



UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

CENTRO POLITÉCNICO SUPERIOR



Estudio y diseño de infraestructura virtualizada distribuida para el soporte de una arquitectura basada en Cloud Computing

Óscar Salcedo Robles

Ingeniería de Telecomunicación

Director: **Íñigo Sola Zuñiga**

Ponente: **José Ruiz Mas**



Consultoría y Comunicaciones

ESTUDIO Y DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIRTUALIZADA DISTRIBUIDA PARA EL SOPORTE DE UNA ARQUITECTURA BASADA EN CLOUD COMPUTING

Resumen

El presente documento titulado “Estudio y diseño de infraestructura virtualizada distribuida para el soporte de una arquitectura basada en *Cloud Computing*” recoge el trabajo realizado por el autor como Proyecto Final de Carrera en el periodo comprendido entre julio de 2009 y agosto de 2010 en el programa de becas de la empresa *Consultoría y Comunicaciones*. En dicho periodo se contempla también el tiempo empleado en el estudio previo y que igualmente se recoge aquí.

Se mostrará la manera en que ha sido entendido el paradigma *Cloud Computing* y cómo se ha acomodado éste a una situación concreta: la modernización de la infraestructura que soporta la labor empresarial de CyC.

Se introducirán conceptos como virtualización, *hipervisor* o red de almacenamiento relacionados con infraestructuras de comunicaciones que serán debidamente explicados en el texto principal y ampliados y desarrollados en los diferentes anexos.

Se validará todo lo expuesto con la realización de un piloto que cubra los principales campos de la solución dada y se intentará, en la medida de lo posible, dar nociones de otros aspectos que, si bien se encuentran enmarcados dentro del despliegue de una infraestructura genérica, van más allá de los objetivos de este estudio.

El funcionamiento interno, el análisis pormenorizado de la infraestructura, así como otros aspectos confidenciales a juicio de CyC no podrán ser incluidos en este documento, sin que ello resulte impedimento para la comprensión de los objetivos, desarrollo y resultados del proyecto al que se refiere esta memoria.

Agradecimientos

Ningún trabajo debería ser considerado importante si no se encuentra razón para agradecer a nadie, pues hay pocas cosas de provecho que uno alcance realizándolas solo. En mi caso ocurre lo contrario: hay tantas personas a las que debo agradecer algo que quiero comenzar disculpándome con aquellos que se sientan olvidados en estas líneas.

Si un barco llega a buen puerto, es porque posee una buena cadena de mando. Gracias a mi director, Íñigo Sola, por haberme brindado la oportunidad y los medios de hacer este proyecto con tanta libertad. Gracias también a José Ruiz, que a pesar de haberse embarcado ‘en marcha’ me ha ayudado con sus consejos, aportando su punto de vista y confiando en mí.

Sin Julio Villalba y Diego Forcén no habría podido navegar por los entresijos de la infraestructura de CyC. Vuestras explicaciones me han acercado a la realidad empresarial que no se encuentra en los libros.

Pero si este proyecto es un barco, entonces no hay nada más importante que tener un hogar al que regresar al final del viaje. Si he llegado hasta aquí, es gracias a mi familia, en especial mis padres y mis hermanas, que han soportado mis nervios, mi desesperación y también disfrutado mis triunfos durante todos estos años.

Marta, tu apoyo me ha mantenido a flote y es el responsable de que estemos hoy al final de este camino mirando hacia atrás con satisfacción. Por las largas horas de trabajo, por la tensión, porque ha sido tu mano la que encontraba cuando necesitaba levantarme, este proyecto te lo dedico a ti.

Y por último pero no menos importantes, gracias a mis amigos, que son la alegría y los buenos momentos que quedarán en el recuerdo cuando vuelva la vista hacia estos días. A los de siempre, que siguen ahí y que merecen tanto: Adrián, Amparo, Asun, Blanca, Carlos, Gloria, Javi, Jose, Marcos y María, y a los que he conocido en este viaje y que ya nunca me abandonarán: Bea, Cristina, Desi, Edgar, Enrique, Fer, Fran, Isabel, Javi, José Antonio, José Manuel, Laura, Mario, Paula, Silvia y Tomás.

Índice General

Resumen.....	i
Agradecimientos.....	iii
Índice General	v
Índice de figuras y tablas.....	vii
Glosario de términos.....	xi
Glosario de siglas	xiii

Índice de capítulos

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Contexto.....	1
1.2. Motivación.....	2
1.3. Objetivo y alcance	3
1.4. Métodos y técnicas	3
1.5. Breve descripción del contenido de la memoria.....	4
2. ESCENARIO DE TRABAJO.....	6
2.1. Trabajo previo.....	6
2.2. Cloud Computing.....	8
2.3. Estructura de CyC.....	12
2.3.1. Método de trabajo	12
2.3.2. Infraestructura del CPD	13
2.4. Cloud para CyC	14
3. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA	17
3.1. Propuesta de infraestructura	17
3.1.1. Virtualización	18
3.1.2. Hipervisor ESX.....	18
3.1.3. Almacenamiento distribuido.....	22
3.1.4. Infraestructura física ideal	23
3.1.5. Infraestructuras físicas propuestas	24

3.1.6. Infraestructura lógica	29
3.2. Provisión de servicio.....	32
3.2.1. Modelo de servicio para Cloud Computing.....	32
3.2.2. Lab Manager	34
4. INFRAESTRUCTURA PILOTO	36
4.1. Entorno	36
4.2. Pruebas realizadas.....	38
5. CONCLUSIONES	43
5.1. Conclusiones finales	43
5.2. Diagrama de Gantt	44
5.3. Líneas futuras.....	46
Bibliografía.....	47

Índice de figuras y tablas

Figuras

Figura 1.1.	Edificio Technocenter.....	1
Figura 2.1.	Esquema Web x.0.....	7
Figura 2.2.	Diagrama de oportunidad.....	8
Figura 2.3.	Tipos de nube según el ámbito.....	10
Figura 2.4.	Taxonomía de la nube propuesta en CyC.....	12
Figura 2.5.	Infraestructura inicial de CyC.....	13
Figura 2.6.	Estructura del nuevo CPD.....	15
Figura 2.7.	Estructura del servicio.....	16
Figura 3.1.	Anillo de privilegios.....	19
Figura 3.2	(a) Pantalla ESX.....	20
	(b) vSphere Client.....	21
Figura 3.3.	Aspecto de vCenter.....	21
Figura 3.4	(a) DAS.....	22
	(b) NAS.....	22
	(c) SAN.....	22
Figura 3.5.	Infraestructura ideal vSphere.....	23
Figura 3.6.	Arquitectura propuesta en Opción 1.....	25
Figura 3.7.	Arquitectura propuesta en Opción 2.....	26
Figura 3.8.	Arquitectura propuesta en Opción 3.....	27
Figura 3.9.	Elementos de la red virtual dentro de un ESX.....	30
Figura 3.10.	Redundancia total de red haciendo uso de NIC teaming.....	31
Figura 3.11.	Jerarquía de servicio en la nube de CyC.....	33

Figura 3.12.	Estructura de Lab Manager y su correspondencia con la jerarquía Cloud de CyC.....	35
Figura 4.1.	Diagrama de la infraestructura piloto.....	36
Figura 4.2.	Infraestructura piloto física.....	38
Figura 4.3.	Arquitectura iSCSI.....	38
Figura 4.4.	Cliente web OpenFiler.....	39
Figura 4.6	(a) vSwitch configurado para iSCSI.....	40
	(b) Iniciador iSCSI y cabina de disco visible desde ESX.....	40
Figura 4.7.	Detalle de cluster en vCenter.....	41
Figura 4.8.	Pantalla principal Lab Manager.....	42
Figura 4.9.	Asignación de piscinas de recursos de vCenter en Lab Manager.....	42
Figura 5.1.	Diagrama de Gantt.....	45
Figura A.1.	Bush y MEMEX.....	49
Figura A.2.	Sir Tim Berners-Lee.....	50
Figura A.3.	Evolución de la Web.....	51
Figura A.4.	Las edades de la Web.....	52
Figura B.1.	Usos de la nube.....	98
Figura B.2.	Capas de arquitectura Cloud.....	100
Figura B.3.	Fusión SOA-Cloud.....	101
Figura B.4.	Las tres posibles pilas Cloud	101
Figura C.1	(a). Sistema no virtualizado.....	102
	(b). Sistema virtualizado.....	102
Figura C.2.	Rendimiento del hardware sin y con virtualización.....	107
Figura C.3.	Anillo de privilegios del procesador x86.....	107
Figura C.4.	Evolución de la virtualización.....	110
Figura C.5.	Arquitectura de la virtualización total.....	111
Figura C.6.	Niveles de ejecución tradicional frente a virtualizados.....	112

Figura C.7.	Arquitectura de la paravirtualización.....	113
Figura C.8	Arquitectura de la virtualización por hardware.....	114
Figura E.1.	Estructura DAS.....	126
Figura E.2.	Estructura NAS.....	127
Figura E.3.	Estructura SAN.....	128
Figura E.4.	Estructura híbrida NAS/SAN.....	128

Tablas

Tabla 2.1.	Características principales del Cloud Computing.....	11
Tabla 3.1.	Resumen de propuestas de arquitectura.....	29
Tabla D.1.	Comparativa de hipervisores.....	118
Tabla D.2.	vSphere frente a Hyper-V.....	119
Tabla D.3.	Sistemas operativos soportados por vSphere.....	121
Tabla D.4	Sistemas operativos soportados por Hyper-V.....	121
Tabla D.5.	Análisis de precios de vSphere e Hiper-V.....	122
Tabla E.1.	Comparativa entre tecnologías de unidad de disco.....	125

Glosario de términos

<i>Backup</i>	Copia de seguridad
<i>Blogosfera</i>	Conjunto de todos los blogs que se alojan en la web
<i>Cloud Computing</i>	Tecnología web que se basa en ofrecer todo recurso de IT como servicio
<i>Cluster</i>	Agrupación de ordenadores que aprovechan sus recursos de manera conjunta o para distribuirlos de nuevo en diferente medida
<i>Desktop</i>	Escritorio, pantalla principal de los sistemas operativos basados en entorno gráfico desde la que arrancan los programas ejecutables
<i>Elasticidad</i>	Capacidad del <i>hardware</i> para modificar los recursos aportados en la ejecución de un <i>software</i> cuando los requerimientos de éste varían
<i>Escalabilidad</i>	Capacidad del <i>software</i> para incrementar los recursos <i>hardware</i> cuando la demanda de instancias crece
<i>Firewall</i>	Cortafuegos, ordenador con capacidades de filtrado que se coloca justo después de la puerta de enlace de una red para limitar el paso de direcciones web sin certificado o no seguras
<i>Firmware</i>	<i>Software</i> instalado de fábrica sobre memoria no volátil que contiene directrices de arranque y configuración de las máquinas que lo contienen
<i>Framework</i>	Plataforma para desarrollo de <i>software</i> que contiene diferentes recursos reunidos en ella
<i>Gigabit Ethernet</i>	Protocolo de red ampliación del estándar IEEE 802.3 que permite velocidades de hasta 1 Gbps
<i>Hardware</i>	Partes físicas y tangibles de un ordenador o dispositivo electrónico
<i>Hypervisor</i>	Sistema operativo para plataformas virtualizadas que comunica las máquinas virtuales con el gestor del <i>hardware</i>
<i>Hub</i>	Concentrador de tráfico de red, con varias bocas RJ 45 que replica el tráfico que le entra por cualquiera de ellas hacia todas las demás
<i>Hype</i>	Del inglés <i>hyperbole</i> , se aplica a novedades tecnológicas cuyo ruido mediático es desproporcionado respecto a la madurez de su desarrollo
<i>Intranet</i>	Red de ámbito LAN o MAN que es explotada por un conjunto privado de usuarios

<i>Kernel</i>	Núcleo del sistema operativo que contiene las instrucciones básicas para su funcionamiento
<i>Mainframe</i>	Computadora grande, potente y costosa pensada para contener toda la actividad de un centro de datos
<i>Partnership</i>	Acuerdo de colaboración entre un fabricante, distribuidor o similar y un minorista que se dedica a promocionar los productos del primero a cambio de ventajas sobre los mismos
<i>Snapshot</i>	Captura de estado de una máquina en un instante que conserva toda la configuración de ésta y a partir de la cual puede ser recuperada completamente
<i>Software</i>	Componente lógico de un ordenador o dispositivo, creado en base a un lenguaje de programación y que es interpretado por un procesador para cumplir una tarea
<i>Ubicuidad</i>	Capacidad de un sistema de dotar de un servicio concreto a un cliente independientemente del lugar o el sistema desde el que éste acceda
<i>Virtualización</i>	Tecnología que permite ejecutar varias máquinas completas en un mismo <i>hardware</i>
<i>Whitepaper</i>	Publicación de carácter técnico en la que se expone un artículo de interés sobre algún tipo de tecnología
<i>x86</i>	Término coloquial con el que se denominan todos los <i>chips</i> que se derivan de la arquitectura de Intel 8086

Glosario de siglas

ATA	<i>Advanced Technology Attachment</i>
CPD	<i>Centro de Procesamiento de Datos</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
CSA	<i>Cloud Security Alliance</i>
CyC	<i>Consultoría y Comunicaciones</i>
DAS	<i>Direct Attached Storage</i>
DRS	<i>Distributed Resource Scheduling</i>
EC2	<i>Elastic Compute Cloud</i>
FC	<i>Fibre Channel</i>
HBA	<i>Host Bus Adapter</i>
I+D	<i>Investigación y Desarrollo</i>
IaaS	<i>Infrastructure as a Service</i>
IDE	<i>Integrated Device Electronics</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
iSCSI	<i>internet Small Computers System Interface</i>
IT	<i>Information Technologies</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LPAR	<i>Logical PARtition</i>
LUN	<i>Logical UNit</i>
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i>
NAS	<i>Network Attached Storage</i>
NIC	<i>Network Interface Controller</i>
NIST	<i>National Institute of Standards and Technologies</i>

OS	<i>Operating System</i>
PaaS	<i>Platform as a Service</i>
PFC	<i>Proyecto Fin de Carrera</i>
PLA-ZA	<i>PLAtaforma logística de ZAragoza</i>
RAID	<i>Redundant Array of Independent Disk</i>
S3	<i>Simple Storage Service</i>
SaaS	<i>Software as a Service</i>
SAN	<i>Storage Area Network</i>
SCSI	<i>Small Computers System Interface</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SLA	<i>Service Level Agreement</i>
SOA	<i>Service Oriented Architecture</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
VMFS	<i>Virtual Machine File System</i>
VMM	<i>Virtual Machine Manager</i>
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo se sitúa el proyecto en su contexto, presentando la empresa en la que se ha desarrollado, las motivaciones que lo han hecho posible y los objetivos marcados al inicio del mismo. Al final, se ofrece una breve referencia de cada una de las secciones que componen la memoria.

1.1. Contexto

El presente proyecto se ha llevado a cabo en las oficinas de la empresa *Consultoría y Comunicaciones (CyC)*, localizadas en el edificio *Technocenter* (*Figura 1.1*) del polígono empresarial PLA-ZA, en Zaragoza.



Figura 1.1. Edificio Technocenter

CyC es una consultora tecnológica dedicada al desarrollo de productos informáticos integrales para empresas. Estos productos se materializan en los ámbitos de plataformas de productividad, gestión del conocimiento o *Business Intelligence* entre otros. La orientación a proyecto de la empresa y su estudio personalizado del cliente, para proveerlo de soluciones verticales que se ajusten a sus necesidades a partir de herramientas estándar, implica que una importante parte del esfuerzo profesional de CyC se dedique a investigar mejoras y novedades que se puedan aplicar tanto al desarrollo del *software* como de los sistemas que lo sustentan.

Por esta razón, el proyecto ha estado ligado a varias áreas de la organización. Si bien, por su naturaleza, ha supuesto una estrecha colaboración con el departamento de Sistemas, en la fase de definición se han aplicado metodologías de Innovación, y todo su desarrollo se ha apoyado en I+D.

1.2. Motivación

El principal valor de una consultora consiste en prestar atención al mercado para anticipar las necesidades de sus clientes, antes incluso de que ellos mismos se aperciban de que las tienen. Para alcanzar este fin, son necesarios una labor continua de documentación en los medios de divulgación tecnológica y un esfuerzo de investigación en aquellas ramas relacionadas con los productos ofrecidos, lo que nos permitirá discriminar las actividades que resulte más adecuado desarrollar en cada momento.

La apuesta de CyC, tras su propio proceso de escucha al mercado es el *Cloud Computing*. Un *hype* del sector que mal entendido puede llevar a una implementación estéril de la tecnología que desarrolla. Por ello, conviene realizar una comprensión e interiorización del concepto en las que es preferible alejarse de la definición estricta a favor de un desarrollo eficiente. Se explicará, a lo largo del documento y los anexos correspondientes, una acepción particular de lo que es *Cloud Computing* (o computación en la nube), delimitando conceptos como las nubes privadas y, en ese contexto, la provisión de servicios de infraestructura (IaaS, *Infrastructure as a Service*), plataforma (PaaS, *Platform as a Service*) y *software* (SaaS, *Software as a Service*). Gracias a la experiencia de la empresa en arquitectura SOA (*Service Oriented Architecture*), se ha podido vivir el proceso como una migración de la metodología utilizada hasta el momento al campo del *hardware*.

La infraestructura de tecnologías de la información (en adelante IT, por *Information Technologies*) dentro de las empresas es un ingrediente esencial al margen de la actividad que éstas desarrollen. Su funcionamiento tiene repercusión directa en el proceso de negocio, por lo que no se pueden obviar ni su implantación ni su mantenimiento. En un tiempo en el que la relación potencia-coste ya no supone un escollo, es el modelo organizativo, entendido como la manera de explotar dicha infraestructura, el que marca su rendimiento y la velocidad con la que retorna a nosotros la necesaria inversión en material tecnológico.

Para hacer frente a las mejoras, se deben atender factores como el espacio, el consumo eléctrico, el porcentaje de utilización... y entre las alternativas existentes, una

que nos permite alcanzar nuevas metas con antiguos métodos es la virtualización. La virtualización nace hace más de cuatro décadas, pero gracias a la potencia de los equipos actuales y el esfuerzo por incrementar los bajos ratios de uso de CPU de las arquitecturas x86, hoy se ha convertido en una de las tecnologías más aplicadas en el ámbito de los servidores empresariales y las intranets corporativas.

1.3. Objetivo y alcance

A través de este Proyecto Fin de Carrera (en adelante PFC), se pretende estudiar la mejor manera de aplicar tecnologías de virtualización, junto a conceptos de *Cloud Computing*, en la modernización y optimización de uso de una infraestructura distribuida entre tres sedes geográficamente dispersas. Éstas poseen una topología de interconexión preexistente que inicialmente será respetada.

Se impone para el diseño mantener la metodología utilizada hasta el momento por los trabajadores para el desarrollo de la actividad de la empresa. La nueva implementación deberá modificar lo menos posible las tareas y costumbres ya establecidas al abordar proyectos de cliente.

Las actuaciones se centrarán en la arquitectura del sistema, sin perder de vista la distribución territorial que la empresa posee por constitución. Para ello se perseguirán los siguientes hitos:

- Justificar cuál ha sido el proceso por el cual se ha decidido apostar por el *Cloud Computing* entre las tecnologías consideradas de interés.
- Analizar el concepto de *Cloud Computing*, adaptándolo al ideario de la empresa de modo que se obtenga un paradigma de arquitectura realizable en términos de los proyectos que CyC desarrolla.
- Examinar la actual estructura de CPD dentro de CyC, delimitando qué elementos y servicios son susceptibles de ser mejorados por dicho paradigma.
- Aplicar la virtualización como la palanca de cambio dentro del CPD que facilite la creación de servicios de *Cloud Computing*.
- Diseñar el flujo de trabajo que permita la interacción de los roles proveedor-usuario para la explotación de la infraestructura resultante.
- Establecer las diferencias en el uso de la red y las comunicaciones que supone trabajar sobre un entorno virtualizado en lugar de uno físico.
- Esbozar las mejores prácticas a seguir en la migración desde el sistema actual al propuesto.

El alcance del estudio contempla la propuesta de una solución plausible y su validación mediante un prototipo que demuestre su viabilidad. La concepción y despliegue del mismo son igualmente objeto del proyecto.

1.4. Métodos y técnicas

La actualidad de la temática elegida y el despliegue de internet constituyen el motivo de que este proyecto haya sido documentado mayoritariamente a través de la

web. En la búsqueda y definición de un concepto para el que, por el momento, no existen estándares, han resultado fundamentales las aportaciones de grandes proveedores de IT a través de *whitepapers* y portales web. Toda la bibliografía está puntualmente referenciada, pero el lector encontrará interesante ampliar su visión a través de las páginas de *Amazon* [i], *SalesForce.com* [ii], *VMware* [iii], *Microsoft* [iv] y *Sun Microsystems* [v] entre otros. También las de organismos reguladores como el NIST [vi], IEEE [vii] o CSA [viii]. De especial importancia ha sido la suscripción a grupos a través de la red profesional *LinkedIn* [ix], así como la numerosa información presente en la blogosfera tanto hispana como angloparlante. Merece una mención singular “*El Blog de la Virtualización en español*” [x] debido a su extensa documentación en castellano sobre casos prácticos con ESX, *Hyper-V* y *Xen*.

Conviene resaltar que la adopción del *Cloud Computing* es una interpretación propia, por parte de la empresa, acomodada a la metodología y enfocada a optimizar un recurso concreto: la infraestructura interna. No debe ser tomada como una definición unívoca; es más, el autor, como otras numerosas fuentes, considera que el buen momento mediático del *Cloud Computing* se debe precisamente a su potencial como base para realizar diversidad de proyectos de distinta naturaleza. Nótese que el término nace de la tendencia histórica de representar la parte desconocida de cualquier sistema utilizando una nube.

1.5. Breve descripción del contenido de la memoria

Este documento está estructurado en cinco capítulos. El primero, y presente, indica al lector el estado del arte en el momento de acometer el proyecto y establece las referencias que permitirán comprender la manera de abordar el trabajo por parte del autor.

El segundo capítulo establece el marco inicial, el estado de la empresa antes de abordar el proyecto y la percepción de la tecnología que se pretende adoptar. También muestra el estudio previo realizado hasta llegar al *Cloud Computing* como materia de interés. Con él, se delimita el campo de acción y se sientan las bases para diseñar una solución.

El tercer capítulo explica todo el diseño realizado, presenta y desarrolla las herramientas utilizadas, justifica las decisiones tomadas y expone la solución del autor.

El cuarto capítulo presenta el prototipo que valida las decisiones expuestas en el epígrafe anterior. Pretende ser una muestra de la posible solución, además de un ejemplo de implementación de la tecnología comentada.

El último capítulo sirve para comprender el esfuerzo aplicado a cada tarea, las dificultades más significativas y muestra una conclusión meditada de lo que ha supuesto realizar el proyecto.

Los diferentes anexos, a los que el lector será invitado a acudir en el momento en que más apoyen la comprensión del texto, recogen y amplían la información

recabada. Si bien no son necesarios para el correcto seguimiento del trabajo realizado, posibilitan una visión más completa de lo que suponen el *Cloud Computing*, las tecnologías de virtualización y otros aspectos que se presentan en el texto principal.

Capítulo 2

ESCENARIO DE TRABAJO

Este segundo capítulo arranca con la exposición del estudio previo que nos ha llevado a elegir el *Cloud Computing* como herramienta para diferenciarnos como empresa en el manejo de nuestra infraestructura. Una vez discriminada esta tecnología entre las muchas estudiadas, se presenta conceptualmente el modelo al que pretendemos llegar y se justifica por qué se centra la atención sobre la infraestructura a partir de entonces. Por otro lado, se introduce el punto de partida, que es la empresa; para lo cual se describen, por un lado, las líneas generales de la metodología utilizada en la misma para acometer proyectos de cliente, y por otro, el centro de datos existente, con lo que el lector comprenderá más fácilmente las motivaciones y limitaciones de la solución que se pretende alcanzar.

2.1. Trabajo previo

El principal impulso para la acometida de este proyecto basado en virtualización y *Cloud Computing*, es un estudio realizado previamente por el autor en el ámbito de la empresa, destinado a identificar la temática más interesante entre las principales tecnologías web que componen la oferta actual.

Durante aproximadamente cuatro meses, se llevó a cabo una investigación que partía de las etiquetas “*Web 2.0*”, “*Web semántica*” o “*Web de nueva generación*” [xi] y trataba de delimitar qué elementos componían el germen de dichas expresiones, si existían atributos comunes a todas ellas y qué fundamentos arquitectónicos, tecnológicamente hablando, las hacían posibles.

El estudio en su totalidad puede ser consultado en el *Anexo A*. Como síntesis del mismo, se confeccionó el esquema que puede verse en la *Figura 2.1*.

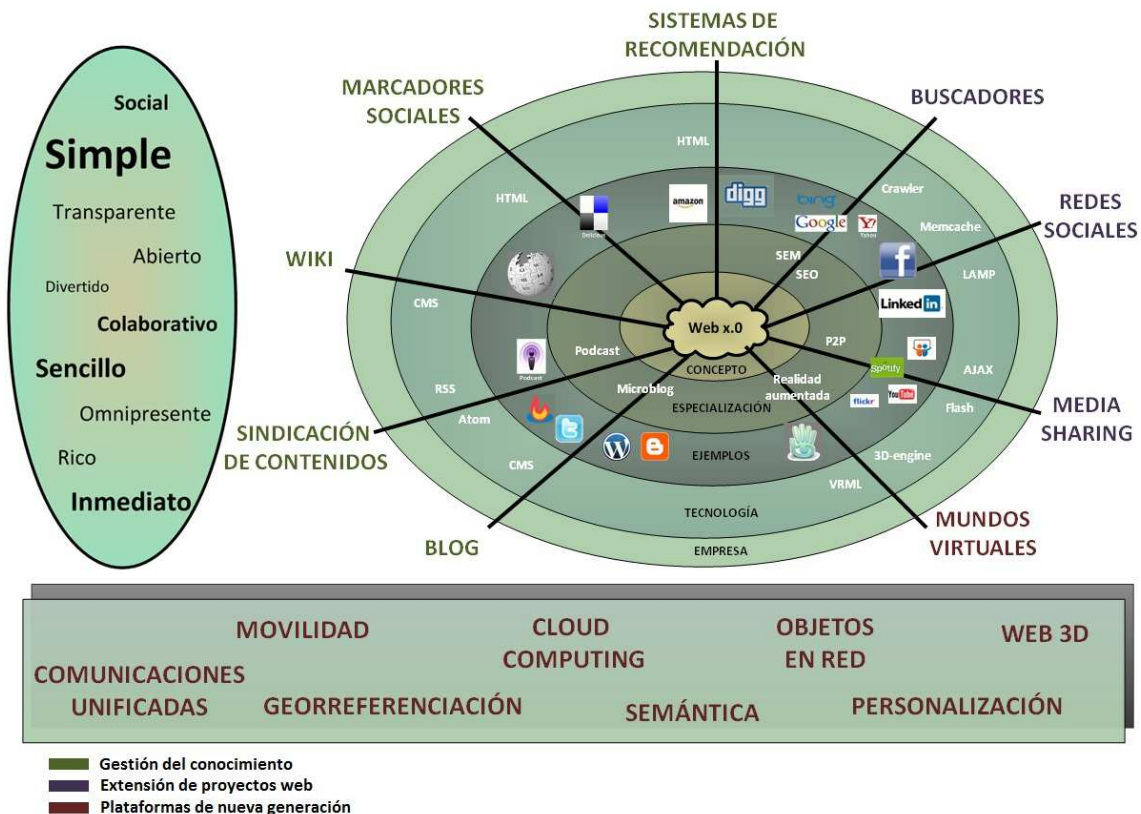


Figura 2.1. Esquema Web x.0

Para ser consecuente con la terminología se acuñó el término “Web x.0” que engloba todas aquellas técnicas y arquitecturas objeto de estudio. Se identificaron un total de 9 técnicas o elementos (*Blog*, *Mundos Virtuales*, *Wiki*, *Media Sharing*, *Buscadores*, *Marcadores Sociales*, *Redes Sociales*, *Sindicación de Contenidos* y *Sistemas de Recomendación*) y 8 fundamentos arquitectónicos (*Comunicaciones Unificadas*, *Objetos en Red*, *Georreferenciación*, *Cloud Computing*, *Web Semántica*, *Movilidad*, *Personalización* y *Web 3D*), aunque las fronteras no siempre son tan nítidas como para establecerlas categóricamente (por ejemplo, los términos *Mundos Virtuales* y *Web 3D* son utilizados para referirse a las dos manifestaciones, como técnica y como arquitectura, de un mismo concepto). A su vez, para alinearlas con la metodología empleada en CyC, se agruparon en 3 áreas: *gestión del conocimiento*, *extensión de proyectos web* y *plataformas de nueva generación*, clasificación que igualmente dista de ser estricta.

La información desmenuzada de todas las tecnologías permitió realizar un análisis que las situara dentro de una gráfica *Retorno previsto/tiempo* atendiendo a los siguientes factores:

- La comprensión alcanzada del concepto.
- Las relaciones entre ellas y la relevancia de los ejemplos existentes.

- Posibles ampliaciones relacionadas con la especialización.
- La tecnología que las sustenta, la experiencia en la misma y la posibilidad de dedicar recursos a su desarrollo.
- El valor añadido que aportan en el contexto empresa/administración.
- La valoración de personas involucradas hasta ahora en proyectos similares.
- El alcance potencial de una solución basada en dicha tecnología.

Estos factores fueron colocando cada tecnología en un área de la gráfica (*Figura 2.2*)¹. En la mitad inferior quedaron aquellos elementos cuyo desarrollo resultaba actualmente tan avanzado que un pequeño incremento de innovación supondría un elevado aporte de recursos. Se decidió dejar estas tecnologías como herramientas a tener en cuenta a través de los proveedores que ya estaban en el mercado. En la mitad superior se localizaron las tecnologías más interesantes a tener en cuenta. Las más cercanas en el tiempo coincidían en temática con propuestas ya consideradas por la empresa, y a partir de un punto en el eje temporal, se trataba de propuestas tempranas para ser acometidas. En la zona óptima (centro-arriba) quedó situado el *Cloud Computing*.

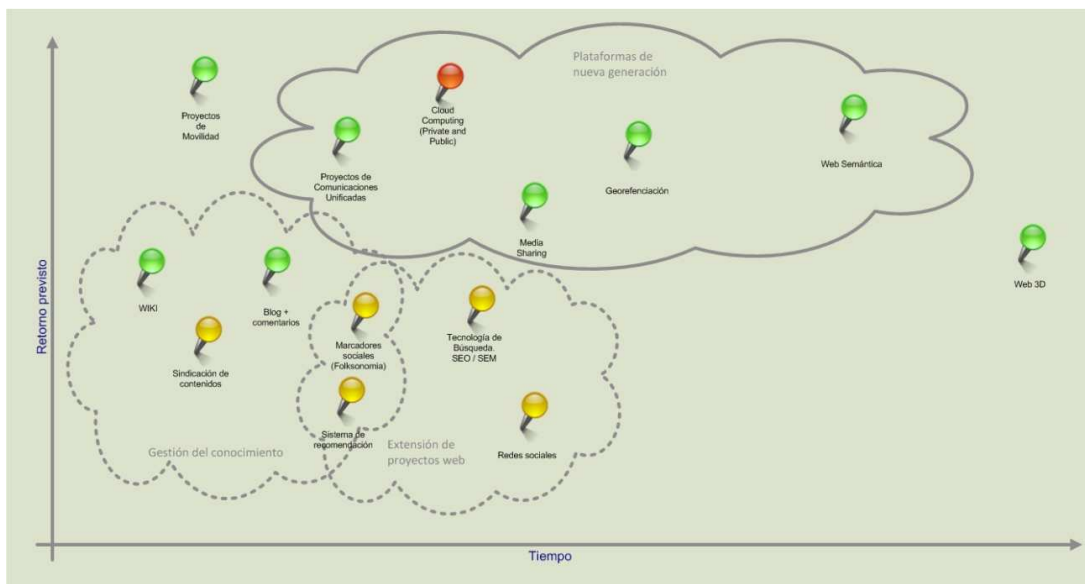


Figura 2.2. Diagrama de oportunidad

Se decidió comenzar una línea de investigación que documentara la tecnología y que reuniera los requisitos necesarios para convertirse en PFC, de modo que el aprovechamiento del trabajo realizado resultara mutuo para el autor y la empresa.

2.2. Cloud Computing

Cloud Computing es, a día de hoy, un paradigma en evolución. Por ello, sus definiciones, casos de uso, trasfondo, tecnologías, implementaciones, beneficios y riesgos continúan en debate en los sectores público y privado [xii]. La que se presenta aquí, y en el correspondiente anexo (*Anexo B*), es una interpretación libre de la

¹ Se puede consultar la figura a mayor resolución en el *Anexo A*.

bibliografía existente y, sobre todo, acomodada al modelo de trabajo de la organización en la que se desarrolla el proyecto. Las conclusiones obtenidas deben por tanto tomarse como una implementación específica y muy particular del concepto *Cloud*.

Definido en una línea, *Cloud Computing* es “*todo recurso de IT ofrecido como servicio*”. Esta definición, tan concreta y ambigua a la vez, se irá perfilando a medida que avancemos, pero ya puede dar una idea de qué elementos se van a manejar (recursos tecnológicos) y qué se pretende hacer con ellos (ofrecer servicio). Prácticamente toda la literatura está de acuerdo en dividir el tipo de servicio que se ofrece “*en la nube*” en tres categorías según la naturaleza de sus contenidos: IaaS, PaaS y SaaS [xiii].

Se habla de IaaS cuando el servicio entregado supone capacidad de procesamiento (ciclos de procesador y memoria RAM), capacidad de almacenamiento, dispositivos de red o, por extensión, cualquier otro recurso fundamental (*hardware*), si bien los cuatro nombrados son los habituales. La particularidad es que, al ser un servicio, no se entregan físicamente, sino que se posibilita el acceso a su utilización independizándola de la ubicación del usuario. Tómese como ejemplo los servicios EC2 (potencia de CPU y RAM) o S3 (almacenamiento) ofrecidos públicamente a través de internet por *Amazon*.

La expresión PaaS recoge aquellos casos en los que se entrega una arquitectura preconfigurada provista de herramientas capaces de desarrollar aplicaciones, programar procesos, flujos de trabajo... En general toda implementación que no supone un producto final o acabado, pero que reúne una infraestructura base más el *software* que la configura. Un ejemplo de esto sería la plataforma *Force.com*, utilizada para desarrollar el producto final de *SalesForce*, pero que se ofrece independientemente de éste para crear herramientas personalizadas diferentes de la original.

Por último, SaaS hace referencia a aplicaciones completas que resuelven un problema concreto. Son soluciones específicas y especializadas, y son las más cercanas al concepto de servicio que generalmente manejamos. Sus ejemplos son los más extensos: correo web como *GMail* o *Hotmail*, herramientas ofimáticas online como *Google Docs*, herramientas CRM como *SalesForce*...

Todas estas soluciones comparten la característica común de no necesitar el uso de recursos locales al usuario. La manera más extendida de entrega es a través de una interfaz web, y los requerimientos de esta son los únicos recursos que el consumidor debe aportar.

Esta identificación con el modelo de servicio web ofrece a CyC la oportunidad de acercarse al *Cloud Computing* a través de otra definición que ya está instaurada en la empresa: la arquitectura orientada a servicio (SOA, *Service Oriented Architecture*). A partir de *SharePoint*, un producto de plataforma de colaboración de *Microsoft*, CyC lleva años ofreciendo soluciones basadas en arquitectura de servicios web; aplicado al actual proyecto, supone que tanto los servicios de SaaS como los de PaaS que interesa implementar en la empresa, o la manera de acceder al uso del *Cloud* podrán apoyarse en

todo el conocimiento acumulado durante este tiempo. Utilizaremos esta ventaja para centrar los esfuerzos en mejorar la infraestructura que sustenta todo el paradigma *Cloud*. El problema en estudio se concreta en cómo actualizar la gestión de la infraestructura existente, en si los elementos presentes son válidos para soportar el nuevo modelo y en saber qué herramientas se deben incorporar.

Para cualquier tipo de servicio, existen dos roles en el paradigma *Cloud*. El primero, el usuario o consumidor, es el que disfruta de los servicios ofertados en la nube. No conoce su estructura interna ni tiene que preocuparse por las especificaciones, pues cuando accede al servicio, esos detalles han sido cubiertos. Sus derechos y deberes vienen recogidos en un acuerdo de servicio (SLA, de *Service Level Agreement*), que contrae con el proveedor. Éste supone el segundo rol del paradigma, y es el encargado de que todo el *background* (arquitectura, provisión de servicios, seguridad, disponibilidad, etc.) funcione correctamente. El proveedor conoce y orquesta el contenido de la nube.

Se puede entender el concepto por aproximación con otros que conocemos, como por ejemplo, el suministro eléctrico: recibimos el servicio según un acuerdo, cuyo cumplimiento tenemos derecho a reclamar. La infraestructura que lo hace posible es externa a nosotros, depende de un proveedor y no necesitamos conocerla para disfrutar de ella; llega a nuestra casa estandarizado como un servicio final. Es el proveedor quien se preocupa de su obtención, transporte, de cumplir la normativa, de la seguridad, y de que tengamos, como mínimo, tanta potencia como hemos contratado. Para el diseño de la infraestructura, es necesario adoptar el rol de proveedor.

Dependiendo del ámbito en que operan, se distinguen cuatro tipos de nubes. Si los servicios están disponibles para el gran público a través de internet y la WWW se denomina *nube pública*, y si el ámbito de uso se reduce a redes de corto alcance, LAN o MAN, entonces se trata de *nube privada*. Si una nube está tomando servicio de ambas fuentes se denomina *nube híbrida*, y si colaboran varias entidades será una *nube comunitaria* (Figura 2.3). El alcance de este proyecto se limita a una nube privada dentro de la organización. No obstante, en futuras configuraciones puede dar cabida a una ampliación hacia otro tipo de redes.

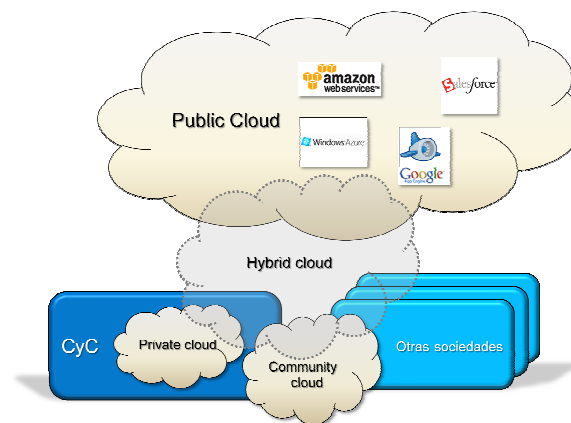


Figura 2.3. Tipos de nube según el ámbito

Existen una serie de características asociadas al *Cloud Computing* que lo definen (expuestas en la *Tabla 2.1*) y que aparecen desarrolladas en el *Anexo B*. Éstas se asocian generalmente a las nubes públicas y al pasar al ámbito de nube privada cada caso particular debe ser estudiado con detenimiento. En el caso de este proyecto, en el que el objetivo principal es lograr una gestión eficiente de una infraestructura distribuida, las características más importantes son la abstracción de la infraestructura por parte del usuario, la sensación de poseer una piscina de recursos y la orientación a servicio. Se mantendrá cierta noción de pago por uso a través de los SLAs que nos ayuden a delimitar cuando se está obteniendo un servicio satisfactorio y también se persigue, en desarrollos futuros, la ubicuidad en cuanto al acceso. Otros conceptos, como la elasticidad o escalabilidad, serán sacrificados o, en todo caso, reducidos al estudio para su aplicación en los servicios críticos o internos (ver el apartado 2.3.2 para una descripción de dichos servicios).

Tabla 2.1. Características principales del Cloud Computing

Elasticidad	Los recursos a los que accedemos son fácilmente escalables, de modo que en todo momento tenemos garantizado el servicio aunque el volumen de demanda varíe
Pago por uso	Solamente se facturan los recursos consumidos, cuya disponibilidad viene comúnmente reflejada en un acuerdo de servicio (SLA)
Piscina' de recursos	La nube es un repositorio de herramientas, ya sea en forma de <i>software</i> o <i>hardware</i> , y siempre tenemos una cantidad razonable de reservas u opciones alternativas por parte del proveedor
Orientación a servicio	Se nos ofrecen recursos encapsulados cuyo resultado es la solución de un problema concreto
Abstracción de la infraestructura	No debemos preocuparnos por las capas de la arquitectura que sostienen el servicio al cual tenemos acceso
Ubicuidad	La máquina desde la que accedamos no importa, el único requisito debe ser disponer de un navegador y estar registrado en el sistema que nos presta el servicio

Asumiendo el papel de proveedor, aquellos integrantes de la organización que manejen la infraestructura deberán dotarla de una serie de componentes que permitan la fragmentación y libre asignación de los recursos físicos allá donde sean necesarios, y de

las herramientas de gestión que permitan mantener el control sobre todo el inventario, tanto el utilizado como el libre (elementos en amarillo en la *Figura 2.4*). Esta tarea será llevada a cabo a través de la virtualización de dicha infraestructura [xiv].

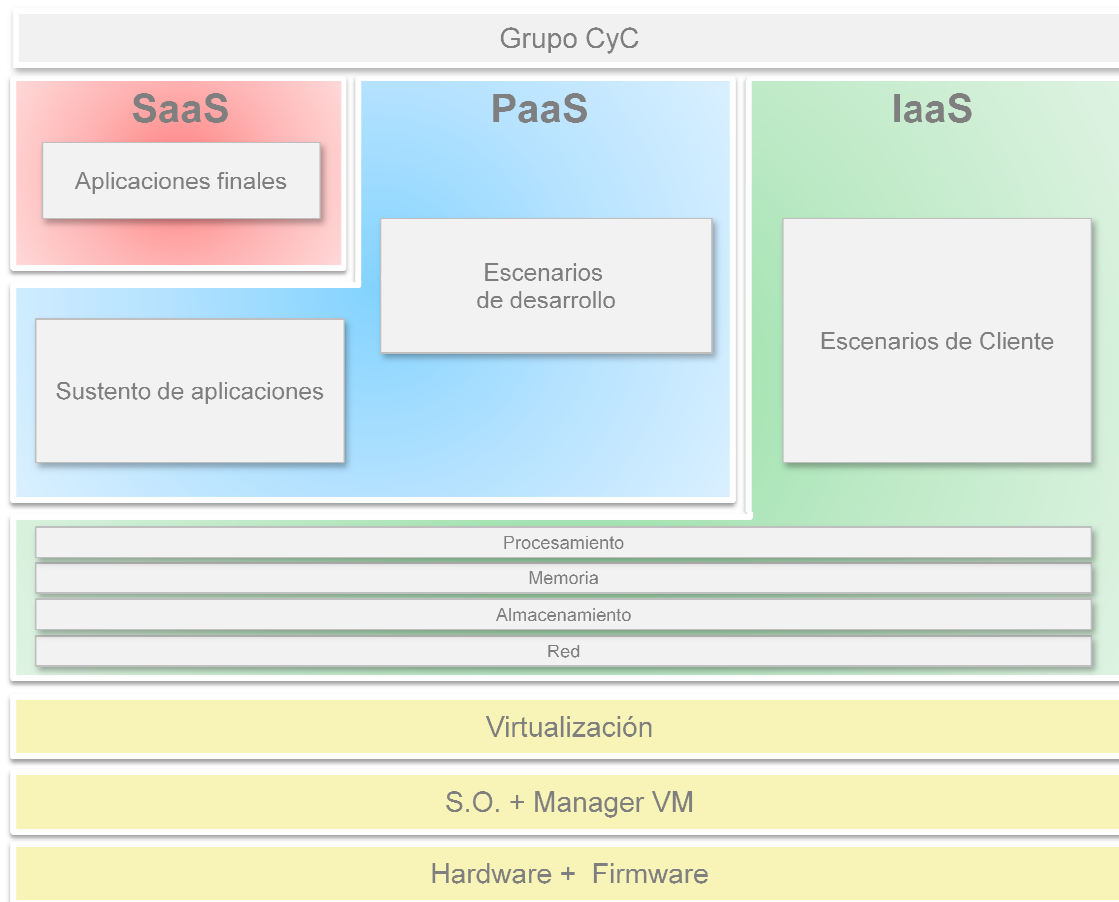


Figura 2.4. Taxonomía de la nube propuesta en CyC

2.3. Estructura de CyC

La manera en la que la empresa aborda su trabajo y la estructura tecnológica de la que se nutre para ello son un factor importante porque suponen la base sobre la que construir la solución y un modelo de lo que las nuevas propuestas deben cubrir.

2.3.1. Método de trabajo

En CyC se trabaja por proyectos. Esto significa que cada solución a entregar a un cliente debe ser diseñada, desarrollada y probada internamente antes de ser instalada en el entorno en el que realmente se ejecutará. Como consecuencia, CyC debe disponer en todo momento de la capacidad y la habilidad para reproducir el entorno del cliente de la manera más exacta posible dentro de su propio CPD. Esta tarea implica tener una infraestructura gestionada eficientemente desde los recursos *hardware* hasta la ejecución del *software* final, pasando por la interconexión, la seguridad, los permisos, la redundancia, etc.

A lo largo del ciclo de vida de un proyecto, los integrantes del equipo necesitarán diferentes configuraciones de los entornos instaladas sobre la infraestructura. Las soluciones deberán ejecutarse en máquinas de diferente potencia,

con sistemas operativos diversos, versiones de navegador... lo que muchas veces supone pequeñas modificaciones sobre una estructura básica que requiere consumir tiempo de trabajo del administrador de sistema. Resultaría ventajoso que parte de dichas modificaciones pudieran ser realizadas por el equipo de diseño, pero esto sólo resultaría aceptable si con ello el administrador no perdiera el control sobre la cantidad de recursos que están siendo utilizados.

Existe actualmente un protocolo para todo ese ciclo de vida concienzudamente estudiado y validado que debe ser respetado en el diseño de la nueva estructura. Esto implica que la cantidad de recursos disponibles, el tiempo de utilización de los mismos, los departamentos proveedores y destinatarios y las políticas de uso admiten muy pocas variaciones. El desarrollo del presente proyecto tendrá muy en cuenta dicho esquema.

2.3.2. Infraestructura del CPD

CyC realiza su actividad en tres sedes geográficamente dispersas: Pamplona, desde donde operan cerca de 60 trabajadores, San Sebastián que cuenta con 40 y Zaragoza, en donde se encuentran 20 trabajadores más. Cada uno de los usuarios utiliza un terminal (PC) que le permite realizar tareas en local, acceder a la intranet de la empresa y conectarse a internet.

La red consiste en una topología en anillo entre las tres sedes (ver *Figura 2.5*) constituida mediante líneas de banda ancha con redundancia contratada a diferentes proveedores, configuradas las secundarias para actuar como *backup* en caso de fallo de la línea principal. Se utiliza un *firewall hardware* desde el que se establece una configuración VPN. Como premisa para el diseño, las comunicaciones existentes deberán soportar la nueva infraestructura. Se deja para un futuro considerar su redimensionado en función de los cambios realizados.

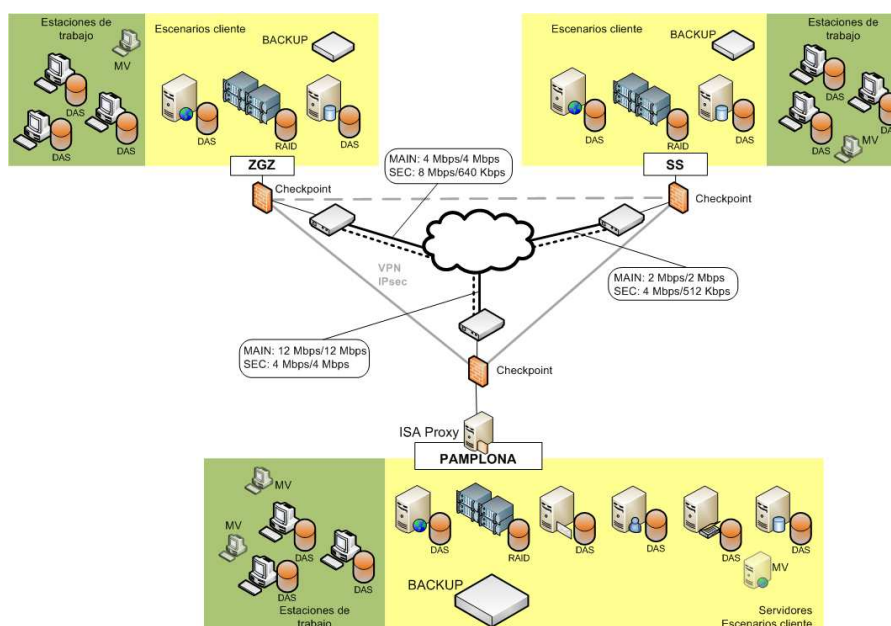


Figura 2.5. Infraestructura inicial de CyC

En cuanto a los equipos, todos los servidores están basados en tecnología de procesador x86 y, o bien tienen un único disco duro conectado mediante IDE/ATA, o varios de ellos configurados en RAID *hardware*, mediante una tarjeta HBA SCSI, para proveer de redundancia y mejorar el acceso a los datos. Esto significa que la topología de almacenamiento es DAS (*Direct Attached Storage*). En el apartado 3.1.3 se explicará por qué este sistema no es apropiado para un entorno virtualizado. También están provistos de un sistema de *backup* por cinta para recuperación ante desastres. No se va a abordar el diseño de un nuevo sistema de *backup*, aunque cabe señalar que el uso de *snapshots*, o capturas del estado de una máquina virtual en un punto concreto del tiempo, que permite la virtualización puede dinamizar los sistemas de copia de seguridad.

A nivel lógico, se establecen dos grupos de influencia entre los servidores: uno que recoge los servicios de utilización interna como son correo, mensajería instantánea, plataforma de colaboración, etc., a los que nos referiremos como *servicios críticos*, y otro que agrupa los diferentes escenarios para desarrollar las soluciones de los clientes, que llamaremos *entornos cliente*.

Cada sede posee uno o varios servidores para alojar los entornos cliente. Estos suponen el grueso de la actividad de CyC, por lo tanto, serán objeto central de estudio en el proyecto. La tarea principal se basará en diseñar la mejor manera de crear, mantener y destruir estos entornos dentro de la infraestructura de CyC: cómo y dónde alojarlos, quien tendrá acceso a ellos y con qué privilegios o de qué manera gestionar posibles cambios e incidencias. Algunas de estas tareas se mantendrán del sistema previo mientras que otras precisarán una modernización o serán totalmente nuevas.

Sólo Pamplona aloja los servicios críticos en su CPD, por lo que se trata de un sistema centralizado. Esta configuración, a fin de mantener las llamadas a base de datos dentro de un entorno *Gigabit* (la *Ethernet* de la sede), se considera la más óptima. Esta parte de la infraestructura es la menos dinámica; generalmente, tras su dimensionado inicial apenas será modificada. Dado que otros proyectos internos se ocupan de su optimización, no será objeto del presente estudio distribuir su ubicación, ni realizar cambio alguno sobre ella.

2.4. Cloud para CyC

Se va actualizar la estructura descrita para alojar el paradigma presentado que tiene como base el *Cloud Computing*. Para ello, se debe actuar sobre cada uno de los CPDs de manera individual y, posteriormente, orquestar la gestión que permita ver y utilizar la infraestructura como un todo (*Figura 2.6*).

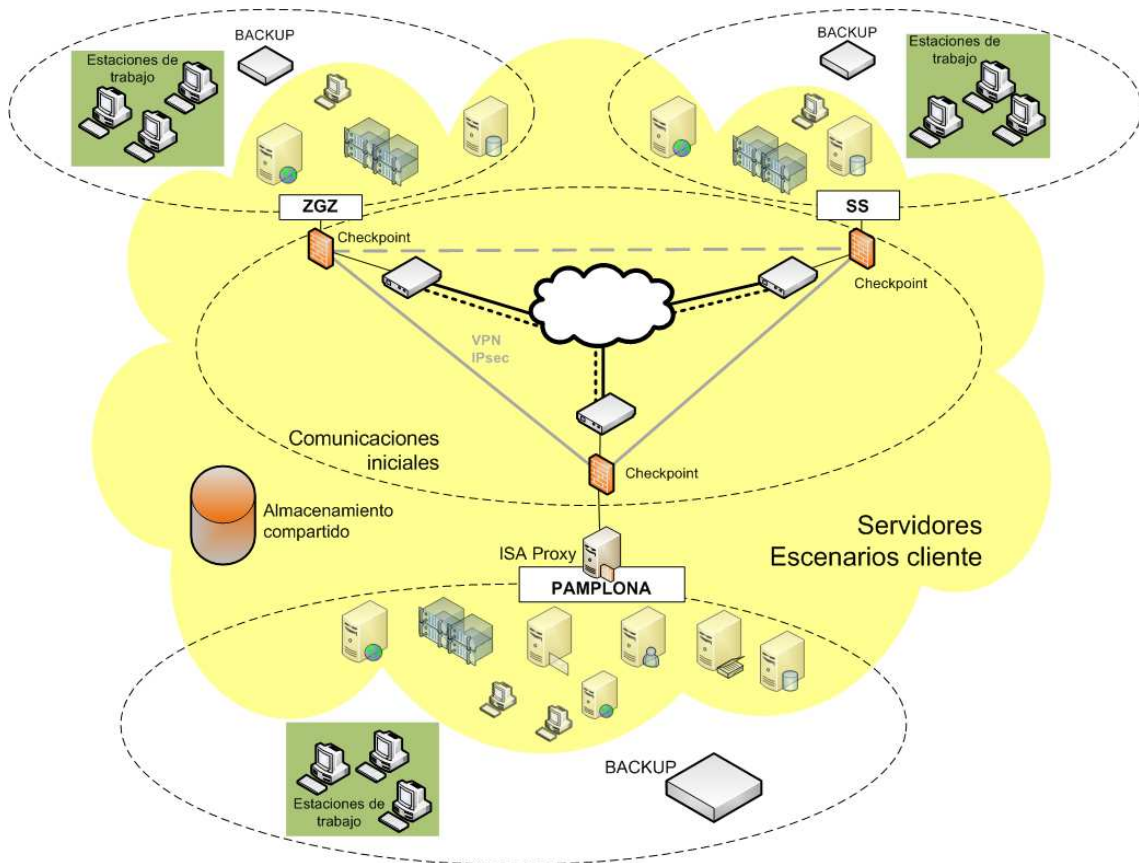


Figura 2.6. Estructura del nuevo CPD

La idea es diseñar una sede genérica que contenga todos los elementos *hardware* y *software* necesarios para servir de base a una infraestructura de CPD con elementos virtualizados. Con esto se quiere decir que no se va a atender a la naturaleza de los servidores sobre dicha infraestructura; el diseño será lo suficientemente genérico para admitir cualquiera de los servidores clásicos que se utilizan en un centro de datos físico.

Se mantiene el uso del túnel VPN establecido entre las sedes, por lo que se puede considerar que toda la organización posee una red privada independizada del acceso a internet a efectos de controlador de dominio y asignación de IPs.

La naturaleza de los servicios que va a proveer el *Cloud* viene determinada por las necesidades de desarrolladores, analistas y otros integrantes de los equipos de proyecto que generarán sus peticiones contra la infraestructura. Para atenderlas, se ha de establecer una jerarquía basada en el modelo de Cloud expuesto en el apartado 2.2 en la que cada capa se comunica únicamente con sus adyacentes (superior e inferior) para mantener un flujo de trabajo en el que no se pierda en ningún momento el control sobre la cantidad de recursos que se están concediendo a cada usuario.

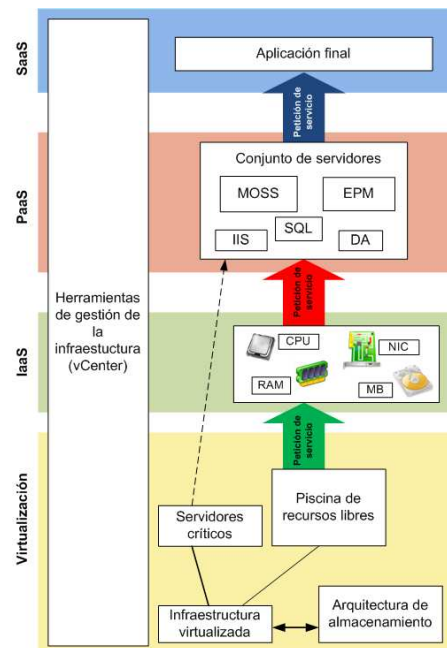


Figura 2.7. Estructura del servicio

En la *Figura 2.7* aparece la pila de componentes que intervendrán en un proceso de petición. Ésta no siempre se recorrerá en su totalidad, pues nuestro interés puede ser un servicio IaaS, un servicio PaaS o un servicio SaaS. A continuación se explica qué supone un servicio de cada capa:

- Servicio IaaS: El producto a entregar es una máquina virtual en la que se ha especificado la potencia de CPU, la cantidad de RAM, el espacio de disco y el número y naturaleza de tarjetas de red. También contempla la instalación de un sistema operativo de base.
- Servicio PaaS: Se compone de un conjunto de máquinas orquestadas (generalmente servidor de aplicaciones, base de datos y *software* de plataforma) lista para desarrollar soluciones sobre ella.
- Servicio SaaS: Se entrega un servicio completo: acceso a la aplicación de Partes de Trabajo, un espacio de reuniones, un foro...

Veamos un ejemplo: un empleado necesita recursos para desarrollar una aplicación. Realiza una petición que llega al responsable de plataforma. Éste conoce los elementos que necesita para crear la aplicación, pero no tiene acceso a la gestión de la infraestructura, por lo que pedirá a su vez un conjunto de máquinas preconfiguradas con cierta potencia y cierto *software* base. El administrador de la infraestructura recibirá la petición, tomará los recursos y los entregará.

Capítulo 3

DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA

El tercer capítulo supone el grueso del presente documento. Se explican en él todas las decisiones de diseño que conducen a la creación de una infraestructura *Cloud*. Para que ésta tenga lugar, el primer paso es crear una base adecuada que, como se ha nombrado, la aportan las tecnologías de virtualización. Con ellas instaladas posibilitando el acceso a una piscina de recursos, la segunda fase recoge todas las aportaciones y herramientas que hacen que la infraestructura funcione como una nube de servicios de IT.

3.1. Propuesta de infraestructura

Para llegar a nuestra solución, debemos convertir la suma de máquinas físicas en un único conjunto de recursos disponibles para ser tomados en fragmentos a medida de los requerimientos de cada momento. Esto, impensable hace unos años, es hoy día posible gracias a técnicas que abstraen el *hardware* de la lógica que hace uso de ellos, permitiéndonos montar y desmontar arquitecturas completas desde la terminal de un ordenador sin necesidad de conectar o desconectar los dispositivos. La virtualización y las redes de almacenamiento convierten el CPD en un recurso dinámico que amplía las posibilidades de configuración y de gestión respecto a los modelos precedentes.

3.1.1. Virtualización

La virtualización no es la única manera de hacer *Cloud Computing*, pero por sus características, puede ser la palanca perfecta para aproximarse a ella. Provee cuatro de las cinco características principales que *Garthner*, y de manera similar otras fuentes, asocian al *Cloud*: elasticidad y escalabilidad, piscina de recursos, cuantificación de su uso y orientación a servicio [xv]. La quinta característica, el acceso distribuido o web, se alcanza, como se demostrará más adelante, a través de las herramientas de gestión que los fabricantes de *software* proveen.

Para poder llevar a cabo esta distribución de los recursos básicos de computación (procesador, memoria almacenamiento y red), debemos ser capaces de fragmentarlos a partir de los componentes físicos que los conforman. Esto no había sido posible hasta hace unos años, cuando se dio un nuevo impulso a una tecnología ya existente: la virtualización. Utilizada por *IBM* en la década de los 60 para gestionar los grandes *mainframes*, su uso se había limitado a este tipo de configuraciones, con un sistema de particiones lógicas, muy evolucionado actualmente, llamadas LPARs [xvi] hasta que se logró implementarla sobre arquitecturas x86 mediante la llamada traducción binaria. Así se multiplicaron las posibilidades de este tipo de servidores, que por su barato coste ya proliferaban en los CPDs de empresas de todos los tamaños, pero que, sin embargo, resultaban tremendamente infrautilizados, pues la técnica utilizada hasta entonces y aún en la actualidad, consistente en un único sistema operativo corriendo sobre cada máquina física supone un tiempo ocioso de procesador del 85% [xvii]. La virtualización permite un incremento del rendimiento a cotas mucho más altas, al admitir varias máquinas lógicas, o sea, varios sistemas operativos sobre el mismo *hardware*, en cada servidor físico. Esto facilita diversas aplicaciones, como la consolidación de servidores, pero, sobre todo, permite disponer con total libertad de los recursos de cada máquina para distribuirlos en la medida que nos interese.

3.1.2. Hypervisor ESX

Para poder llevar a cabo la virtualización es necesario crear una capa de abstracción entre el *hardware* y el sistema operativo que hace uso de él, que gracias a esta nueva capa, no será uno solo sino varios. Esto modifica el anillo de privilegios de la arquitectura del computador² (*Figura 3.1*), lo que impone la presencia de un autómata que “traduzca” el anterior esquema, que los sistemas esperan encontrar, a la nueva configuración que permite la separación *hardware-software*. A la capa de abstracción se la denomina VMM (*Virtual Machine Manager* o Gestor de Máquina Virtual) y el autómata que se comunica con ella y actúa en cada servidor como sistema operativo anfitrión (*host OS*) se le conoce como *hypervisor*.

² Para una explicación más amplia, acudir al *Anexo C*.

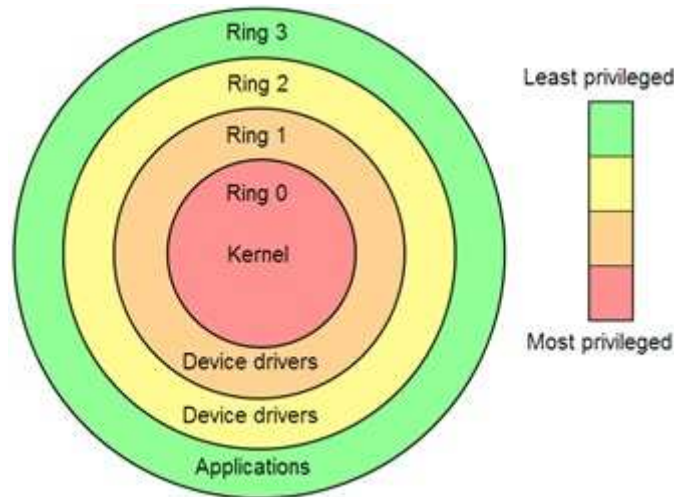


Figura 3.1. Anillo de privilegios

Existe un extenso número de *hipervisores* en el mercado implementando las diferentes generaciones de virtualización desarrolladas hasta la fecha y que pueden ser consultadas en el *Anexo C*. Aquí se van a considerar los tres que han logrado mayor trascendencia por sus características: ESX de *VMware*, Hyper-V de *Microsoft* y Xen de *Citrix*. Para decantar la decisión por uno u otro se van a considerar:

- Las características técnicas, aquellas cosas que son capaces de hacer y sus competidores no, el peso en espacio de disco, etc.
- El número de “complementos” que se deben añadir al *hipervisor* base para constituir una solución completa *Cloud*.
- El coste de implantación, los precios de las licencias y la posibilidad de reutilizar *hardware* existente para su implantación.
- La facilidad para obtener conocimientos sobre su administración, manuales, tutoriales, formación por parte del fabricante y similares.

El estudio completo puede consultarse en el *Anexo D*. La elección final se decantó hacia ESX y las ventajas evaluadas para utilizar este *hipervisor* sobre sus competidores son las siguientes:

- Pertenecer a la desarrolladora original de las tecnologías de virtualización, *VMware*, lo que supone una garantía, por su largo camino trabajando en ellas.
- Poseer el mayor repertorio de sistemas operativos huéspedes soportados del mercado.
- Disponer en la empresa de experiencia en el uso de otras soluciones de la misma marca: *VMware Server* y *VMware Workstation*.
- Obtener ventajas estratégicas y económicas de *partnership* que se traducen en formación, soporte y ahorro de licencias.
- Existir un acuerdo de colaboración entre *VMware* y las principales distribuidoras de *hardware* de red (*Cisco*) y almacenamiento (*Net App*). Gracias a este acuerdo existe numerosa bibliografía que facilita la

documentación en mejores prácticas al construir un CPD como el que nos ocupa.

El principal inconveniente de la solución tomada es la reducida lista de *hardware* compatible y los altos requerimientos. No obstante, esta no deja de ser una característica común a todas las soluciones. Además, durante el proceso de elección, a la vista de las bondades que esta solución concreta proveía, principalmente unas técnicas de alta disponibilidad y recuperación ante desastres que liberaban mucho la carga del departamento de IT, se consideró la posibilidad de que en la futura fase de puesta en producción de la solución se renovara el parque de máquinas físicas existentes.

Actualmente ESX puede ser adquirido en su versión 4 dentro de una *suite*, llamada *vSphere*, en la que lo acompañan las herramientas de gestión que a continuación se presentarán. ESX se deberá instalar como sistema operativo base (corre sobre un *Linux 2.6.x* integrado en el programa de instalación) en todos los servidores cuyos recursos se pretendan utilizar en la infraestructura virtualizada. Una vez instalado, su aspecto es el mostrado en la *Figura 3.2a*. Existen dos alternativas de instalación: ESX y ESXi. Si se dispone de la versión ESX se podrá acceder a una consola de servicio, con el aspecto de una línea de comandos *Linux*, desde la que se puede administrar localmente el equipo. Si se ha optado por la versión ESXi, la consola no estará disponible, no pudiéndose salir de la pantalla inicial. Ésta es la única diferencia entre las dos versiones del *hipervisor*, la ESX y la ESXi, y es así porque la principal vía de administración de este *hipervisor* es a través de cliente web, llamado *vSphere Client*, instalable en *Windows* (*Figura 3.2b*). Este cliente está limitado a un solo *hipervisor* por sesión, por eso, como lo que se pretende es hacer uso de una infraestructura formada por varios *hipervisores*, se hará uso de un servidor de gestión, el *vCenter*.

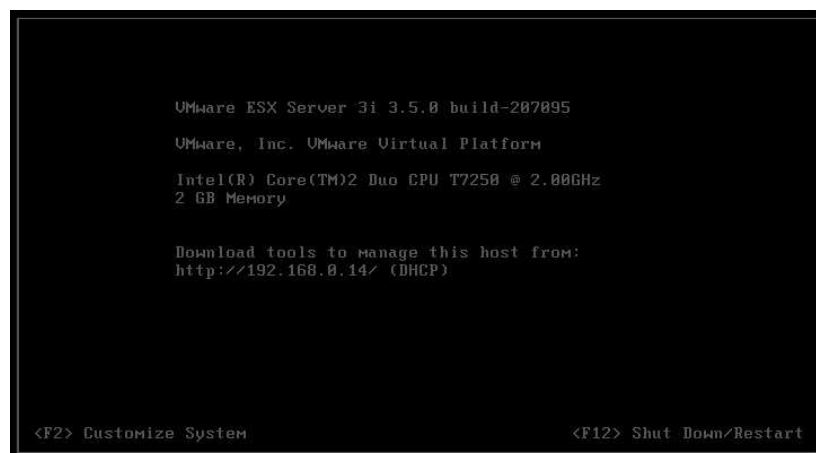


Figura 3.2a. Pantalla ESX



Figura 3.2b. vSphere Client

vCenter es la herramienta que acompaña a ESX en la *suite vSphere*. Su aspecto (Figura 3.3) es similar al *vSphere Client* (se accede con el mismo interfaz lanzador) solo que presenta más funcionalidades, relacionadas con la gestión de varios *hipervisores*: conexiones de red, almacenamiento compartido y opciones avanzadas de gestión como la creación de *clusters* para alta disponibilidad. Para que dos ESX puedan ser configurados entre ellos con estas características deben pertenecer al mismo *vCenter* y cada ESX sólo puede pertenecer a un *vCenter* simultáneamente. Las repercusiones de estas condiciones se evalúan en el apartado 3.1.5.

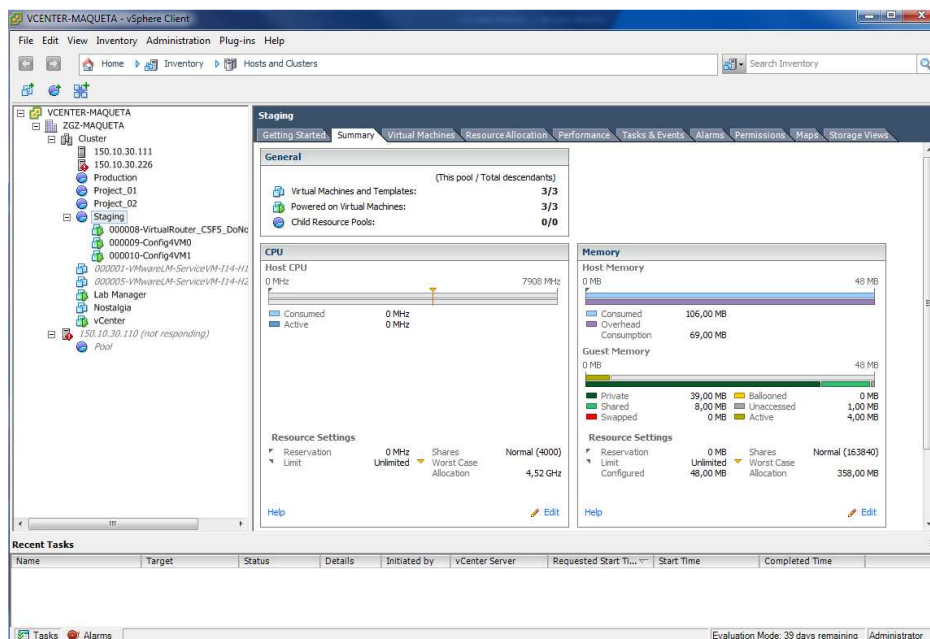


Figura 3.3. Aspecto de vCenter

3.1.3. Almacenamiento distribuido

Para poder sacar provecho de las ventajas de la virtualización, necesitamos un sistema de almacenamiento independiente de los servidores que aportan la potencia de computación. De nada sirve tener la capacidad de migrar una aplicación cuando una máquina cae si el archivo imagen de dicha aplicación se encontraba dentro de la máquina caída.

Esto quiere decir que el sistema de almacenamiento DAS utilizado hasta ahora, en el que los discos dependen de la fuente de alimentación del servidor al que van conectados, es insuficiente, por ejemplo, para poder definir *clusters* de alta disponibilidad. Además, la capacidad global de almacenamiento se diluye entre decenas de dispositivos que no pueden compartir sus recursos con el resto de la infraestructura. Se deben utilizar técnicas en las que los discos estén disponibles en red, como discos conectados a la red (NAS) o redes dedicadas expresamente para el almacenamiento (SAN) [xviii] (ver *Figura 3.4*). Una explicación más extensa sobre los tipos de almacenamiento puede consultarse en el *Anexo E*.

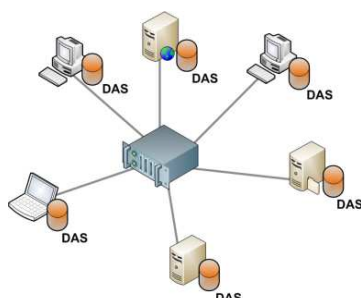


Figura 3.4a. DAS

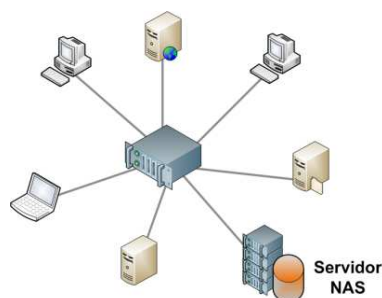


Figura 3.4b. NAS

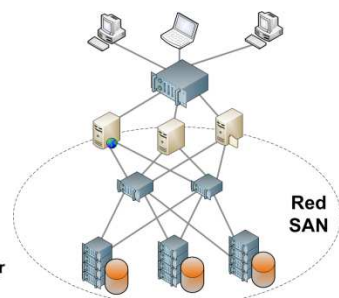


Figura 3.4c. SAN

Lo más accesible sería configurar una red SAN, pues se independiza el tráfico inyectado a la red por los accesos a disco del resto del tráfico, que en un entorno de a partir de 4-5 servidores comienza a ser considerable [xix]. En la sede de Zaragoza, dado el reducido tamaño del CPD, podía bastar inicialmente con un disco conectado a la red existente. No obstante, la problemática de la red de almacenamiento se ve incrementada por el hecho de tratarse de sedes distribuidas, y es abordada con más detalle en el apartado 3.1.5.

En cuanto al sistema de acceso, descartamos rápidamente una solución *Fibre Channel* por su elevado coste. La alternativa iSCSI se ha convertido en los últimos años, gracias a la aparición de NICs *Gigabit Ethernet*, en una opción más económica y capaz de resultar eficiente en entornos casi tan exigentes como aquellos en los que se suele utilizar fibra. Aunque su ancho de banda siempre será menor que el que se pueda alcanzar con ésta, su rendimiento es suficiente para una red con un número reducido de máquinas. Siempre que se pueda, la opción de iSCSI *hardware* es deseable a la *software*, para aliviar la carga del procesador de la máquina cliente. Esto se alcanza utilizando tarjetas HBA iSCSI tanto en el lado cliente como en el servidor. En caso de trabajar con iSCSI *software*, los requisitos de potencia de las máquinas serán mayores, y deberá ser tenido en cuenta en su dimensionado.

3.1.4. Infraestructura física ideal

El modelo de virtualización llevado a cabo por *vSphere* se apoya en una arquitectura compuesta por los elementos que aparecen en la *Figura 3.5*: servidores ESX, servidor *vCenter*, equipos cliente y discos de la SAN, generalmente cabinas de disco, y que han sido presentados en los epígrafes anteriores:

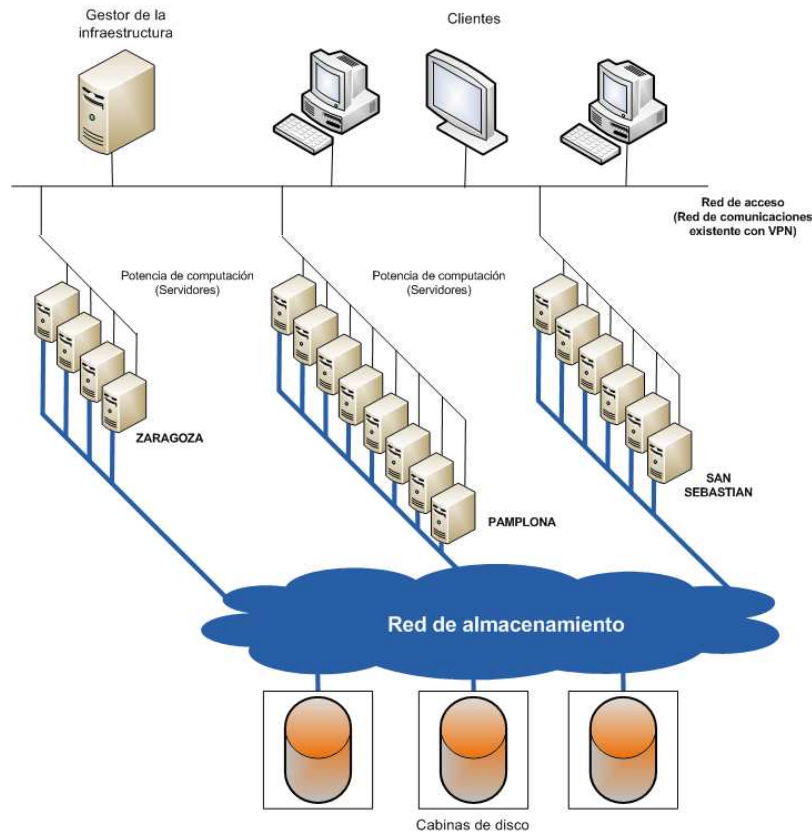


Figura 3.5. Infraestructura ideal vSphere

Como se puede ver, los elementos descritos están interconectados por dos redes aisladas una de otra, la de acceso y la de almacenamiento.

A la red de acceso concurren los servidores dotados de *hipervisor* ESX, el servidor de gestión *vCenter* y los equipos cliente que quieran hacer uso de la infraestructura, tanto para gestionarla, a través de *vCenter*, como para solicitar servicios haciendo uso de las diferentes interfaces que se habiliten para ello. En el apartado 3.2.2 se explica la solución adoptada para acceder a estos recursos de infraestructura. La conexión se realiza a través de una tarjeta de red *Ethernet*, preferentemente *Gigabit*, aunque *Fast Ethernet* es soportada con una calidad de servicio aceptable [xx].

A la red de almacenamiento tienen acceso los servidores de ESX y las cabinas de disco que constituyen la SAN. El acceso, como ya se ha comentado, se realizará preferentemente a través de tarjetas HBA iSCSI. Si esto no es posible, bastará con tarjetas *Gigabit Ethernet* (en este caso una velocidad menor no es aceptable) y se deberá contar con un *software* específico en las máquinas, tanto en los ESX, que disponen de

un adaptador iSCSI *software*, como en las cabinas, en las que suele presentarse integrado en el *firmware*.

La topología de almacenamiento presentada, donde todos los ESX tienen acceso a todas las cabinas de disco, es difícil de implementar en la infraestructura de CyC sin modificar las comunicaciones existentes. Para comunicar eficientemente el almacenamiento entre sedes, sería necesario contratar una línea de alta velocidad y alta capacidad que asegurase el sincronismo y el tráfico de datos que requieren algunas configuraciones del *vCenter*. Por ello, se explicarán a continuación tres alternativas a la topología de red presentada aquí.

3.1.5. Infraestructuras físicas propuestas

Dada la distribución geográfica de los CPDs que constituirán nuestra infraestructura, una SAN única y común a las tres sedes no va a ser posible con las comunicaciones existentes entre ellas. Esto requeriría el uso de una red de mayor capacidad; aparte de un estudio en el que evaluar si las ventajas obtenidas son equiparables al esfuerzo económico realizado. Las siguientes opciones muestran posibles soluciones que minimicen el impacto de no disponer de dicha red.

En las tres configuraciones, la red de acceso está constituida por las LAN de las sedes interconectadas mediante el VPN existente, de modo que, a todos los efectos funcionará como una LAN lógica única.

Opción 1:

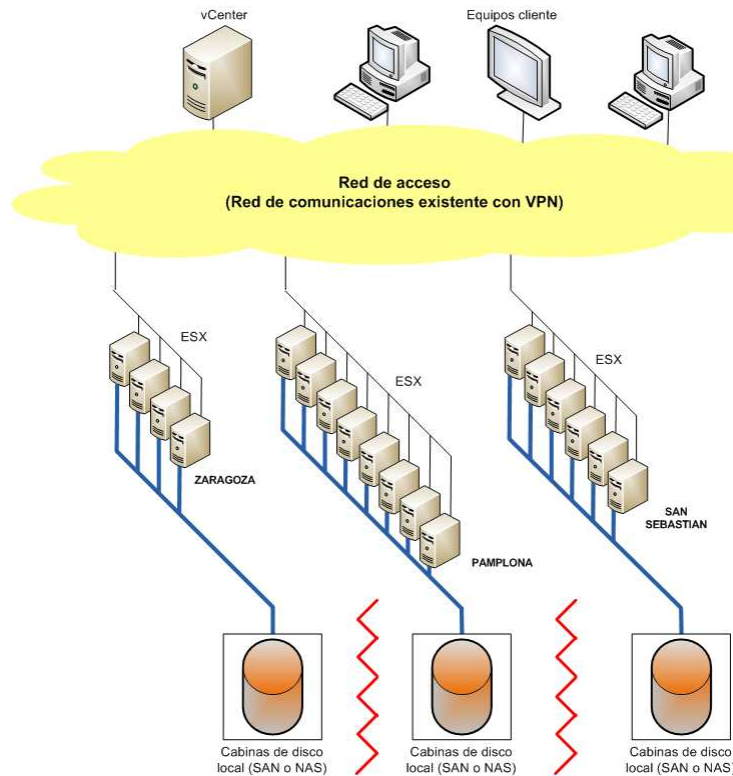


Figura 3.6. Arquitectura propuesta en Opción 1

La primera opción (*Figura 3.6*) consiste en considerar un sistema de almacenamiento local aislado en cada emplazamiento. La infraestructura tendrá entonces las siguientes características:

- Un solo *vCenter* gestionando los tres CPD.
- Todos los ESX se ‘ven’ entre ellos, pero *vCenter* solo permitirá crear *clusters* entre los que compartan el mismo almacenamiento, lo que se traduce en que sólo lo harán ESX de la misma sede.
- El *software* basado en *vCenter*, como *Lab Manager* que se explica en el apartado 3.2.2, ve toda la infraestructura.

Existirán repercusiones sobre los usuarios respecto al caso ideal. Las más destacables son:

- Un técnico de la infraestructura puede crear, modificar y destruir entornos y máquinas virtuales desde cualquier sede de la organización, o desde cualquier lugar mediante túnel VPN, **siempre que no caigan las comunicaciones**. Para una configuración concreta, los recursos se tomarán de una única sede.
- Un usuario puede solicitar y hacer uso de la infraestructura desde cualquier sede de la organización, o desde cualquier lugar mediante túnel VPN, **siempre que no caigan las comunicaciones**.
- En caso de fallo de las comunicaciones inter-sede, un técnico o un usuario que no pertenezca a la sede en la que se encuentra físicamente el *vCenter*, no puede

acceder ni siquiera a la infraestructura local. Sólo se puede acceder a cada ESX por separado a través del *vSphere Client*, eso sí, la mayor parte de las tareas configuradas por *vCenter* siguen operativas.

- Lo mismo ocurre en caso de caída del *vCenter*.

Podemos entender la distribución de esta infraestructura como un conjunto de **recursos locales con gestión global** que queda ciega en caso de fallo de comunicaciones

Opción 2:

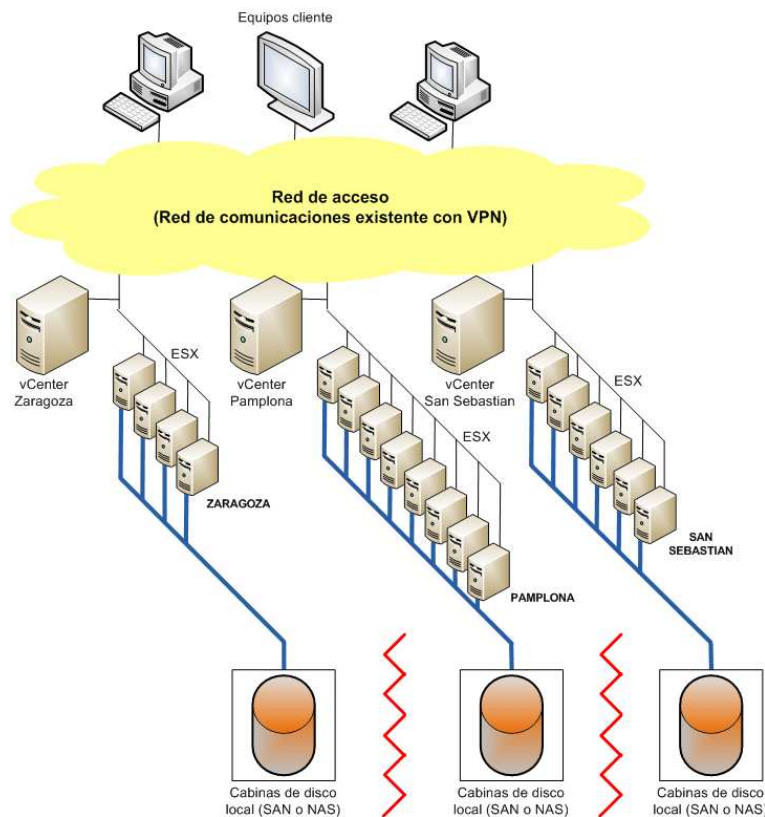


Figura 3.7. Arquitectura propuesta en Opción 2

Esta configuración (Figura 3.7) es similar a la anterior con la salvedad de que el *vCenter* se replica en cada sede, es decir, tenemos un *vCenter* gestionando los recursos locales de cada CPD. Los *vCenter* se comunican entre ellos con el llamado *Linked Mode*, que permite ver y gestionar toda la infraestructura accediendo a cualquiera de ellos. Eso sí, cada ESX sigue dependiendo del *vCenter* al que está conectado, es decir, cuando un *vCenter* cae, los ESX asociados a él quedan 'huérfanos', no pueden ser gestionados a través de los restantes *vCenter*, aunque pueden ser reubicados manualmente. Las funcionalidades de la red ahora resultan ser:

- Un *vCenter* por sede.
- Cada *vCenter* está gestionando sólo los ESX que comparten acceso a la misma red de almacenamiento, por lo que no existen limitaciones *hardware* a las funcionalidades de *vCenter* a nivel de sede.

- Con el *Linked Mode* se ‘ven’ los tres vCenter desde cualquier conexión, y en caso de caer las comunicaciones ninguna sede se queda sin gestión.
- El *software* basado en vCenter se asociará a un único servidor vCenter, por lo que no verá toda la infraestructura, únicamente la conectada a dicho vCenter.

Lo que los usuarios percibirán en este caso será:

- Un técnico de la infraestructura puede crear, modificar y destruir entornos y máquinas virtuales desde cualquier sede de la organización, o desde cualquier lugar mediante túnel VPN.
- Un usuario puede solicitar y hacer uso de la infraestructura desde cualquier sede de la organización, o desde cualquier lugar mediante túnel VPN.
- En caso de fallo de las comunicaciones inter-sede, un técnico o un usuario puede acceder a su infraestructura local a través del vCenter de su sede.
- En caso de fallo de un vCenter, se puede acceder a cualquiera de los otros dos, si bien para gestionar la infraestructura que dependía del vCenter caído es necesario redirigir los ESX o levantar de nuevo el vCenter.

Este diseño supone de nuevo **recursos locales con gestión global** con posibilidad de ser local en caso de fallo de comunicaciones.

Opción 3:

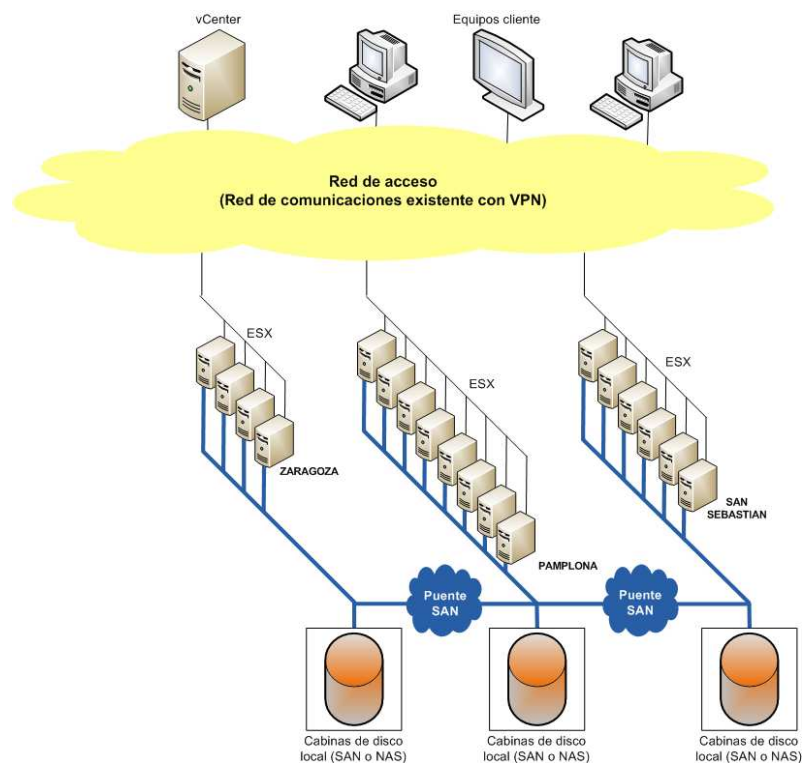


Figura 3.8. Arquitectura propuesta en Opción 3

La tercera opción (Figura 3.8) consiste en crear una nueva red privada sobre las comunicaciones existentes que conecte únicamente la SAN. Esta red puede ser

suficiente para que los ESX ‘vean’ las cabinas alojadas en otra sede a través de la red SAN. No obstante, hay que tener mucho cuidado en la configuración de los posibles *clusters* entre sedes, tratando de limitar las funcionalidades que *vCenter* pueda hacer. Por ejemplo, al definir una piscina de recursos en un *cluster*, *vCenter* configura automáticamente un sistema de balanceo de carga que podría suponer un problema sobre las comunicaciones. Las características en esta tercera opción son:

- Un *vCenter* para toda la red.
- Todos los ESX se ven entre ellos y con las cabinas de disco, por lo que inicialmente podemos crear *clusters* entre sedes.
- Hay que ser muy minucioso con la gestión para que el *vCenter* no programe tareas que sobrecarguen el ‘puente’ de la SAN.
- El *software* basado en *vCenter* verá toda la infraestructura.

Y de cara al usuario esta vez:

- Un técnico de la infraestructura puede crear, modificar y destruir entornos y máquinas virtuales desde cualquier sede de la organización, o desde cualquier lugar mediante túnel VPN, **siempre que no caigan las comunicaciones**. Podrá utilizar recursos de varias sedes a la vez en sus configuraciones.
- Un usuario puede solicitar y hacer uso de la infraestructura desde cualquier sede de la organización, o desde cualquier lugar mediante túnel VPN, **siempre que no caigan las comunicaciones**.
- En caso de fallo de las comunicaciones inter-sede, un técnico o un usuario que no pertenezca a la sede en la que se encuentra físicamente el *vCenter*, no puede acceder ni siquiera a la infraestructura local. Sólo se puede acceder a cada ESX por separado a través del *vSphere Client*, eso sí, la mayor parte de las tareas configuradas por *vCenter* siguen operativas.
- Lo mismo ocurre en caso de caída del *vCenter*.

Las características presentadas son similares a las de la opción 1, sólo que esta vez se trata de **recursos pseudo-globales con gestión global**. Ésta es la solución arquitectónicamente más cercana a la ideal, no obstante, su funcionalidad puede no ser del todo satisfactoria.

A modo de resumen, se presenta la tabla 3.1 con la localización de cada una de las opciones presentadas:

Tabla 3.1. Resumen de propuestas de arquitectura

		Número de vCenter	
		1 (Gestión unificada)	3 (Gestión local)
SAN	Local	Opción 1	Opción 2
	Unificada	Opción 3	-

Se puede observar cómo quedaría una cuarta opción por considerar, similar a la opción 3 propuesta, pero con un *vCenter* gestionando cada CPD. Se ha descartado por su complejidad y por no ofrecer ventajas respecto las otras configuraciones. La razón es la siguiente: gestionar localmente los recursos, es decir con tres *vCenter*, tiene sentido cuando éstos sólo pueden tomarse de la propia sede. La ventaja que esto proporciona, y que es poder seguir trabajando en caso de pérdida de las comunicaciones, no tiene sentido en el caso de que los recursos se encuentren distribuidos entre varias sedes, porque ante dicha caída, serían inalcanzables.

3.1.6. Infraestructura lógica

En la configuración lógica es donde se dan las diferencias más significativas respecto a un CPD con elementos totalmente físicos, o sea, sin uso de virtualización. Cada ESX contendrá un número arbitrario de máquinas virtuales, las cuales, para ofrecer un servicio, deberán comunicarse entre ellas. Además, deberán existir subredes para los servicios básicos de administración de la infraestructura virtualizada si queremos hacer uso de las características de alta disponibilidad, migración de máquinas u otras.

En el interior de cada ESX deberá existir algún sistema *software* que realice las funciones de encaminamiento entre las máquinas virtuales [xxi]. Los componentes de dicho sistema se presentan en la *Figura 3.9*, y son:

- *vNIC*: Tarjeta de red virtual de la máquina virtual. En cada máquina virtual se pueden definir hasta 4 *vNICs* que comuniquen diferentes servicios de las mismas.
- *vmnic*: Tarjetas de red físicas del ESX. Contendrá tantas como se conecten a la máquina física.
- *vSwitch*: Conmutador virtual. Un *vSwitch* se comporta como un *switch* físico de capa 2, con algunas particularidades. Por ejemplo, no aprende la

tabla de encaminamiento, sino que cada nueva vNIC añade una entrada con la dirección MAC de la máquina virtual a una tabla estática. Una explicación más detallada resultaría muy extensa y no es necesaria para la comprensión del funcionamiento [3.75].

- *Virtual Port*: Punto virtual de conexión entre una vNIC y el vSwitch. En un *Virtual Port* se pueden configurar características como asignación de VLAN, NIC *teaming*, etc.

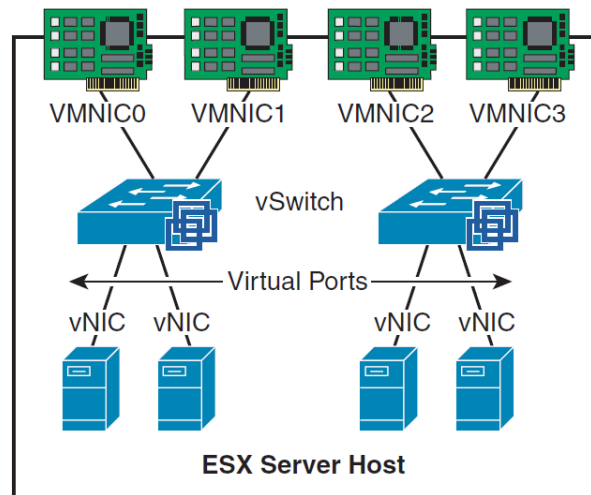


Figura 3.9. Elementos de la red virtual dentro de un ESX

El vSwitch proporciona dos funciones: comunicación entre las máquinas virtuales de un mismo ESX sin hacer uso de la infraestructura física, y acceso a dicha infraestructura física cuando la comunicación va dirigida a una máquina fuera del ESX. Se configura desde el vCenter para cada uno de los ESX conectados a él, y podemos establecer 3 tipos de tráfico/red:

- *VMnetwork*: Es la red que utilizan las máquinas virtuales para enviar o recibir tráfico con otras máquinas.
- *VMkernel*: Éste es el tráfico generado por el *kernel* del *hipervisor*, y que es debido a funcionalidades como la alta disponibilidad, *vMotion*, o migración de máquinas en caliente, y tráfico iSCSI dirigido a la SAN.
- *Service Console*: Conduce el tráfico destinado a configurar el ESX a través de la consola de servicio/configuración, dependiendo de que utilicemos ESX/ESXi, como se ha explicado en el apartado 3.1.2.

El tipo de tráfico utilizado será definido para cada *Port Group* en el momento de crearlo dependiendo de la función que vaya a cumplir. Para que el tráfico de las máquinas pueda salir a la red exterior al ESX, los vSwitch se asocian a las diferentes tarjetas de red físicas del equipo, constituyendo cada una de ellas una *vmnic*. Cada tarjeta física puede estar asociada a un único vSwitch, pero un vSwitch puede tener conectadas varias tarjetas de red. La configuración recomendada es disponer de cuatro tarjetas físicas por ESX y configurarlas de la siguiente manera:

- Dos para tráfico tipo *VMnetwork*, configuradas en estado activa/activa, es decir, ambas funcionando simultáneamente, lo que proporcionará balanceo de tráfico entre ellas.
- Dos para tráfico *VMkernel* y *Service Console*, configuradas activa/*stand by* y *stand by*/activa, o lo que es lo mismo, una tarjeta funcionando y la otra como *backup*. Normalmente se utiliza la activa de *VMkernel* en *stand by* en la *Service Console* y viceversa.

En el caso de disponer de menos tarjetas de red, la recomendación es siempre tratar de mantener separado el tráfico principal (*VMnetwork*) del de gestión (*VMkernel* y *Service Console*), aunque sea a consecuencia de no disponer de redundancia. Al agrupamiento de tarjetas físicas contra un mismo vSwitch para proporcionar redundancia cómo se explica arriba es a lo que se le denomina *NIC teaming* (Figura 3.10).

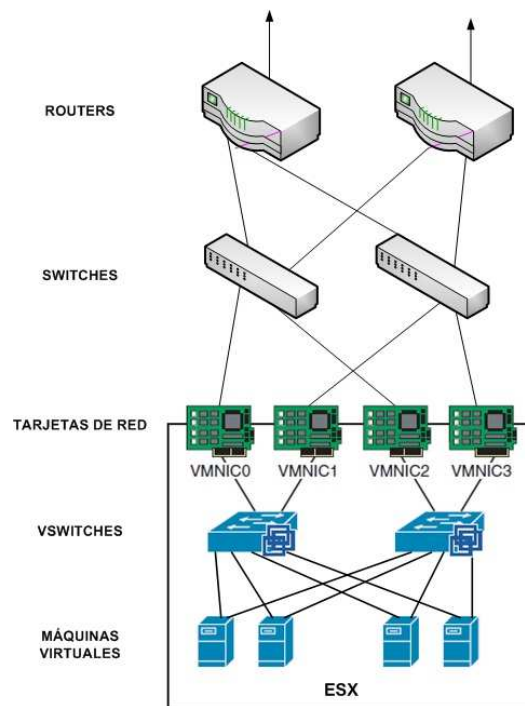


Figura 3.10. Redundancia total de red haciendo uso de *NIC teaming*

La virtualización nos va a permitir hacer uso de propiedades como migrar máquinas entre servidores en caliente (sin pérdida de servicio), a través de la herramienta *vMotion*, o tener alta disponibilidad de máquinas, lo que significa que cuando una máquina virtual o incluso un ESX caigan, ésta o todas las que lo forman reanuden su servicio en otro ESX, siempre y cuando haya recursos disponibles. Para ello debemos configurar los servidores en *cluster*. Un *cluster* es una agrupación de servidores ESX que se puede manejar como un único conjunto de recursos y cuya gestión, una vez configurada, dejamos en manos de *vCenter*. Los múltiples usos de las propiedades descritas deberán ser considerados para cada tipo de servicio en el momento en que sean creados y es tarea del administrador de la infraestructura.

3.2. Provisión de servicio

En el momento en que se dispone de una infraestructura virtualizada, las maneras de hacer uso de ella son muy diversas. Siguiendo la motivación del presente estudio, se tratará de alcanzar un modelo siguiendo el paradigma proveedor/consumidor al que, como se ha introducido en los capítulos iniciales, se llegará tomando como modelo el *Cloud Computing*.

3.2.1. Modelo de servicio para Cloud Computing

Para poder ofrecer un servicio, lo primero que se debe establecer es qué términos lo definen. Esto determinará el uso que se puede hacer de la infraestructura, para qué debe estar preparada ésta o las personas que se encargan de administrarla y proporciona un referente al que acudir en caso de conflicto.

Como punto de partida se han estudiado los modelos de oferta de servicio de *Google App Engine*, *SalesForce*, *Microsoft (Azure y Online Services)* y *Amazon Web Services* entre otros. Se han consultado sus acuerdos de servicio (SLAs), explorado sus interfaces y documentado las herramientas que utilizan para llegar hasta el consumidor.

A partir de las ideas extraídas, se ha modelado un SLA para CyC que refleje las particularidades que se deben considerar en el uso de su infraestructura interna. Los campos que debe definir el acuerdo son:

- Una descripción de la(s) máquina(s) que entra(n) en servicio.
- Cuánto tiempo estará disponible la máquina o entorno solicitado dentro de la infraestructura o, lo que es lo mismo, cuándo se liberarán los recursos que consume.
- Que disponibilidad temporal debe ofrecer el entorno mientras esté funcionando.
- Qué tipo de recuperación ante desastres se debe implementar o qué interrupción de servicio es tolerable.
- Si se deben utilizar puntos de recuperación (*snapshots*) y cuanto tiempo se conservará la copia.
- Si se contempla un aumento dinámico de los recursos o la configuración inicial será inamovible.
- Cuánto tiempo se mantendrá una copia del sistema una vez retirado del servicio.
- Si se avisará del cese del servicio antes de cumplirse el plazo.
- El tipo de permisos que tendrán los usuarios que accedan a la máquina o entorno.

Estos términos serán seleccionados a través de un formulario de petición disponible en la plataforma interna de CyC, que inicia el flujo de trabajo que desemboca en la concesión de uso de la infraestructura interna, y que se describe completo a continuación:

- Un usuario de CyC realiza una petición a través del formulario.

- El formulario llega al proveedor del servicio y queda almacenado.
- El proveedor puede:
 - a) Disponer de credenciales suficientes para programar la infraestructura que sustenta el servicio. Si es el caso, realiza la configuración del entorno utilizando conjuntamente Lab Manager y vCenter. Para ello, dispondrá de plantillas, entornos preconfigurados o, en alguna ocasión, deberá crearlos desde cero.
 - b) No tener a su alcance todos los elementos para entregar el servicio. Entonces, realiza a su vez una nueva petición que será atendida por un proveedor de la capa inferior.
- El proveedor comunica al usuario la manera de acceder a los recursos solicitados.
- Días antes de la fecha de fin de servicio, el sistema avisa al administrador, el cual podrá comunicarse con el usuario para negociar una prórroga a través de un nuevo SLA o cesar el servicio en la fecha acordada.

La jerarquía para las peticiones la determinan los tipos de servicio que se definieron en el capítulo 2 y que se ilustran en la Figura 3.11.

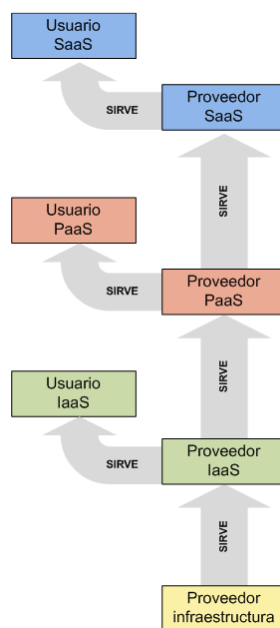


Figura 3.11. Jerarquía de servicio en la nube de CyC

Debe existir algún tipo de *software* que empaquete la solución para que ésta pueda ser entregada. Dada la especialización que supone la virtualización, existen escasas opciones de gestión de una nube más allá de las que ofrecen los fabricantes. Una que merece la pena nombrar aquí, aunque no será explorada en profundidad es *Open Nébula* [xxii]. Este *software* de código abierto es capaz de gestionar soluciones tan diversas como *Xen* o *VMware* en el entorno privado, o *Amazon* en el ámbito público y

orquestrar un conjunto de tareas que permita ver la suma de aportaciones de estas plataformas como una única nube híbrida.

Entre las opciones dentro de *vSphere*, encontraremos herramientas completas como *Lab Manager*, SDKs (*Software Development Kits*) que *VMware* pone al alcance de los desarrolladores y *frameworks* como *Orchestrator*, que se trata del propio motor de *vCenter* ofrecido a través de una interfaz que permite programar flujos de trabajo. Aquí se explotarán las posibilidades de *Lab Manager*, con el que se construirá la jerarquía expuesta que permite dar servicio *Cloud*. Los usos y posibilidades de los SDKs y *Orchestrator* se proponen como líneas futuras de especialización con vistas a ampliar la interacción con la infraestructura creada.

3.2.2. Lab Manager

Para poder entregar la infraestructura a los usuarios finales se deben implementar interfaces y flujos de trabajo que les hagan llegar los productos solicitados. En este caso se utilizará *Lab Manager*, un componente de la suite *vSphere* que nos permite configurar entornos de desarrollo y pruebas. También puede implementar entornos de producción, pero su versatilidad no lo persigue como opción principal. A través de él, se harán efectivas las peticiones realizadas por formulario.

La estructura de *Lab Manager* se puede observar en la *Figura 3.12*, donde también se refleja cómo se adapta a la jerarquía establecida para la concesión de servicios de la *Cloud* y cómo se corresponden estos con los roles presentes en un proyecto genérico de CyC.

- La jerarquía creada protege la integridad tanto de los recursos como de los entornos, dado que solamente el administrador de sistema (azul) puede añadir/eliminar elementos reales.
- El creador de plantillas (amarillo) pensado como un apoyo del administrador de sistema, puede moldear los recursos que este ofrece para aportar al entorno máquinas preconfiguradas que aceleren el despliegue.
- A partir de ahí, cada organización, o lo que es lo mismo, proyecto, es gestionada por un administrador (rojo), que dispondrá de los recursos entregados para asignar las distintas cargas de trabajo, así como tendrá potestad para crear roles dentro del proyecto con diferentes limitaciones en el uso de los recursos.
- En un mismo proyecto podremos encontrar dos espacios de trabajo, uno más libre en el que hacer las pruebas y otro limitado en su configuración para reflejar las necesidades del cliente. Las reconfiguraciones de los mismos estarán a cargo del propietario de aplicaciones (verde).
- Por último, el usuario (morado) podrá probar diferentes configuraciones pero nunca modificar las máquinas existentes y sus relaciones.
- Con permisos de solo lectura, a fin de poder acceder a los desarrollos como mero observador, se habilitará un rol específico (negro).

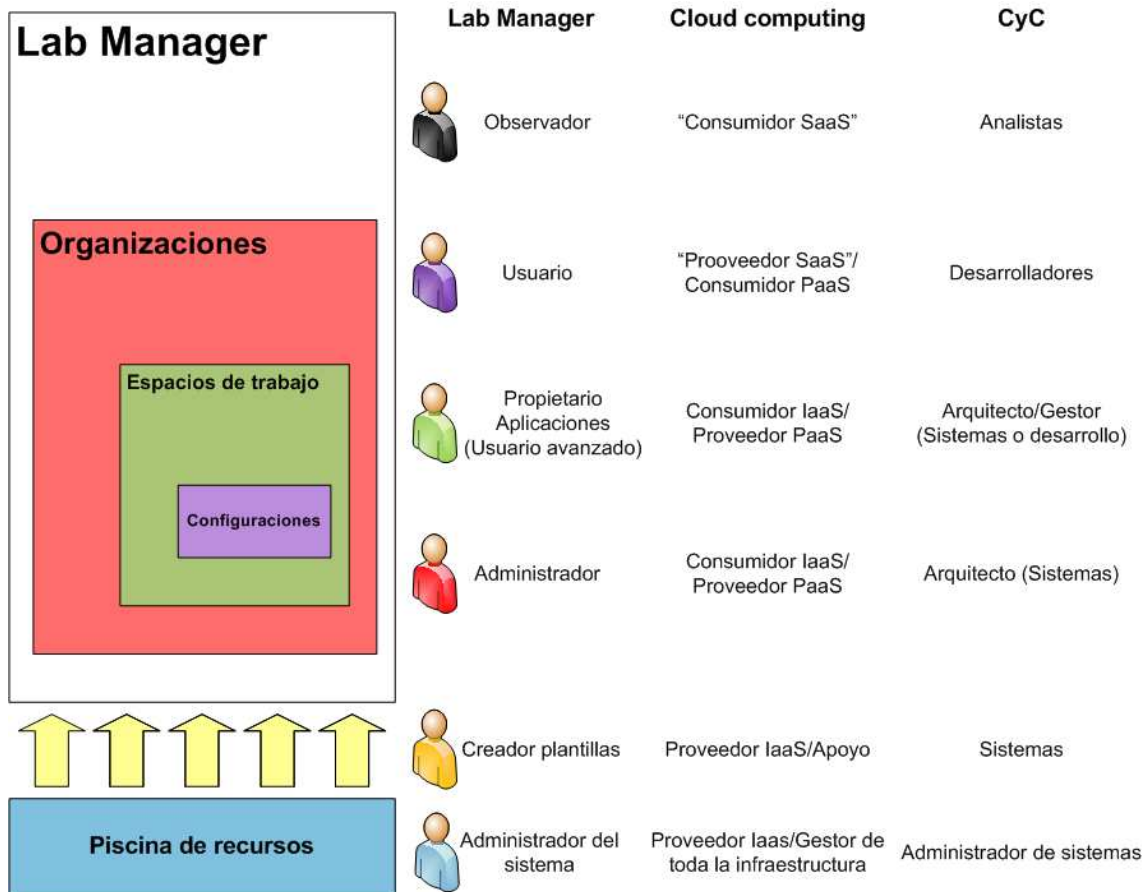


Figura 3.12. Estructura de Lab Manager y su correspondencia con la jerarquía Cloud de CyC

Para la asignación de permisos, necesitamos tener conexión a un directorio de autenticación como pueda ser *Active Directory*. La configuración actual de CyC será suficiente con sólo redirigir a dichos servidores en el momento de la instalación.

Cuando un usuario o equipo lance una petición por el sistema expuesto en el apartado 3.2.1, recibirá un rol de los arriba descritos y una URL de acceso al entorno que solicita (*Lab Manager* permite asignar URLs únicas a cada entorno). Así, sea una petición enmarcada dentro de los proyectos que ya tienen cabida en la infraestructura, y por tanto en Lab Manager, o sea un nuevo entorno configurado desde cero, siempre se respetará la jerarquía que permite que nuestra *Cloud* sea un entorno controlado por un conjunto de administradores (proveedores) y disfrutada por el total de los integrantes de la organización (usuarios).

Capítulo 4

INFRAESTRUCTURA PILOTO

En este capítulo se explica la configuración elegida para ilustrar la viabilidad de las soluciones propuestas y se describirán las diferentes tareas a las que ésta ha sido sometida.

4.1. Entorno

Para validar los principales elementos descritos en el capítulo de diseño se va a crear un piloto sobre el que se orquestará un flujo de trabajo donde la infraestructura sea gestionada como una nube. Para ello, el modelo a implementar es el mostrado en la *Figura 4.1*.

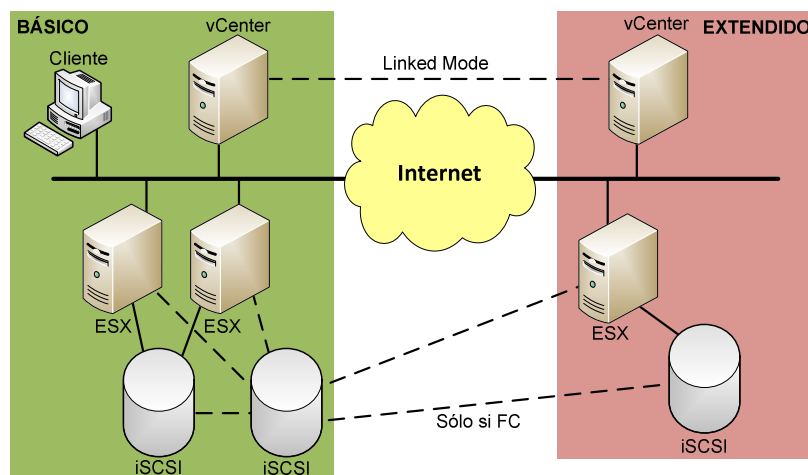


Figura 4.1. Diagrama de la infraestructura piloto

Una primera configuración básica será desplegada en ámbito local. Se instalarán todas las máquinas conectadas en red al mismo concentrador (*hub*) y con ellas se probará el *hipervisor* elegido y su centro de gestión, el sistema de almacenamiento y las configuraciones que pueden ser llevadas a cabo con el conjunto.

La configuración extendida supone disponer de una red IP que simule la distribución geográfica, y con la que se validará la conexión *Linked Mode* entre los *vCenter*, y un despliegue donde la potencia de procesado (ESX) se encuentre en una sede y la de almacenamiento (dispositivo iSCSI) en otra. Como extensión también se demostrará que la sincronización entre dos dispositivos de almacenamiento de la red SAN a través de internet no es viable sobre las comunicaciones existentes.

La versatilidad que proporciona la virtualización se hace patente en las numerosas implementaciones con las que alcanzar el esquema propuesto. Por ejemplo, con una máquina física lo suficientemente potente, se podría llegar a montar todo el modelo únicamente en el interior de la misma [xxiii]. Esta configuración es apropiada cuando se pretenden probar las características del *software* de virtualización sin realizar un esfuerzo de despliegue de red. En nuestro caso, resulta más interesante hacer uso de varias máquinas físicas y comprobar la influencia que la red tiene sobre la implementación.

Se ha realizado la maqueta en un entorno compuesto por cuatro máquinas físicas: dos de ellas para soportar sendos ESX y otras dos para actuar de cabinas de disco. Se utiliza en estas últimas acceso iSCSI *software* mediante la plataforma libre *OpenFiler*. *OpenFiler* es una aplicación de almacenamiento *software* que permite convertir una máquina x86 en una cabina de disco.

De las dos máquinas que sustentan los *hipervisores*, en la primera se ha realizado una instalación directamente sobre el *hardware* y en el segundo se ha optado por instalarlo sobre una máquina virtual haciendo uso del *software VMware Workstation*. Esto permitirá reflejar las diferencias de rendimiento entre la virtualización de última generación, o asistida por *hardware*, y un tipo de virtualización de escritorio basada en traducción binaria, que es el método del que hace uso *Workstation*.

Se ha optado por instalar el gestor de la infraestructura, o sea el *vCenter*, virtualizado sobre uno de los *hipervisores* arriba descritos. Esta opción está soportada por *VMware*, y es una alternativa a tener en cuenta, pues permite aprovechar las ventajas de la virtualización en el despliegue de la virtualización misma. En nuestro caso, facilitará además las pruebas que impliquen la caída de un *vCenter*, por ejemplo en la validación del *Linked Mode*.

El acceso de usuario se realiza mediante conexión web desde una quinta máquina en la que se ha instalado el *vSphere Client*. Recuérdese del apartado 3.1.2 que éste nos permite conectarnos tanto al *vCenter* como a la consola de administración

individual de cada ESX, conexión que se hace necesaria aquí para acceder al servidor ESX que contiene el *vCenter* y poder poner éste en servicio.

4.2. Pruebas realizadas

Lo primero que se debe hacer es preparar las máquinas físicas, extendiendo cables de red para todas las tarjetas instaladas (*Figura 4.2*). Las opciones de redundancia ya han sido detalladas en el apartado 3.1.6. Aquí, utilizaremos un interfaz de red por ESX e igualmente uno para los iSCSI.

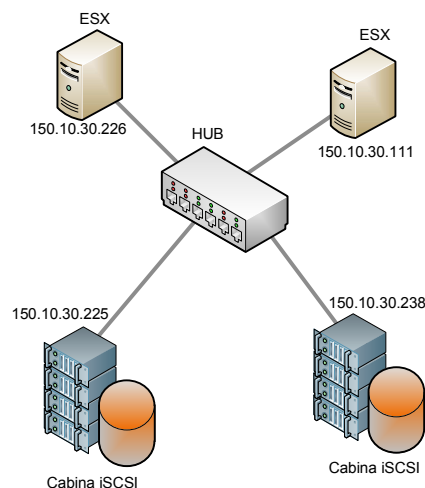


Figura 4.2. Infraestructura piloto física

Con el cableado extendido se instalan primero los *OpenFiler*. Éstos siguen un sistema cliente-servidor en el que el servidor, llamado *target iSCSI* serán los equipos en los que se aloja *OpenFiler* y el cliente, conocido como *iniciador iSCSI* serán los ESX que contienen su propio *software* de iniciador. La arquitectura se expone en la *Figura 4.3*.

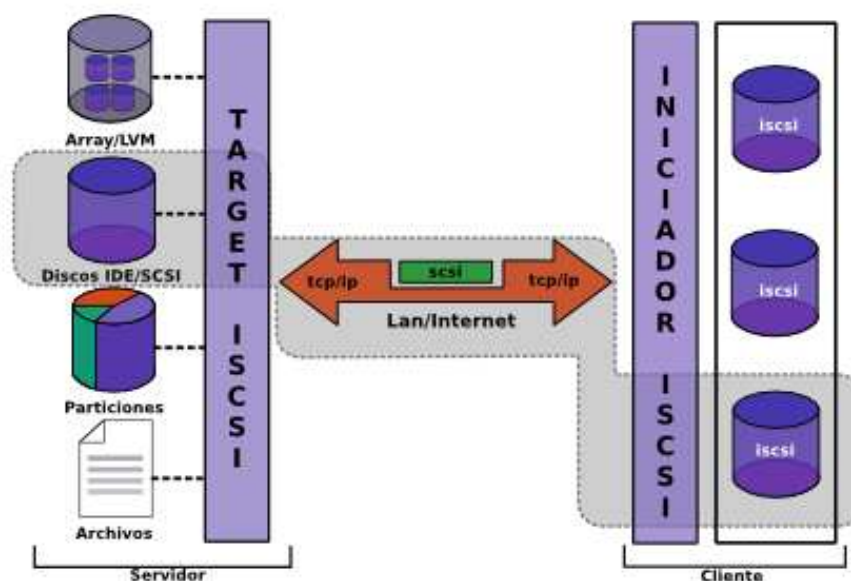


Figura 4.3. Arquitectura iSCSI

El programa corre sobre una distribución *Linux* llamada *rPath*. Durante la instalación, se puede seleccionar el tamaño de las particiones, que conviene sean el mínimo tamaño posible para que quede la mayor cantidad de disco utilizada como almacenamiento. Este espacio posteriormente será formateado con el sistema de archivo VMFS (*Virtual Machine File System*) de *VMware*, que permite accesos concurrentes en lectura y en escritura, con lo que los discos pueden ser accedidos por más de una máquina a la vez. En caso contrario, sería como tener un disco físico conectado a varios equipos simultáneamente, y el sistema no resultaría útil.

Una vez instalado, *OpenFiler* se gestiona mediante cliente web (Figura 4.4). Los pasos, que consisten en particionar el disco en distintas LUN (Logical UNits) y activar el controlador iSCSI para cada uno de ellos, pueden ser consultados en los numerosos tutoriales disponibles por internet [xxiv].

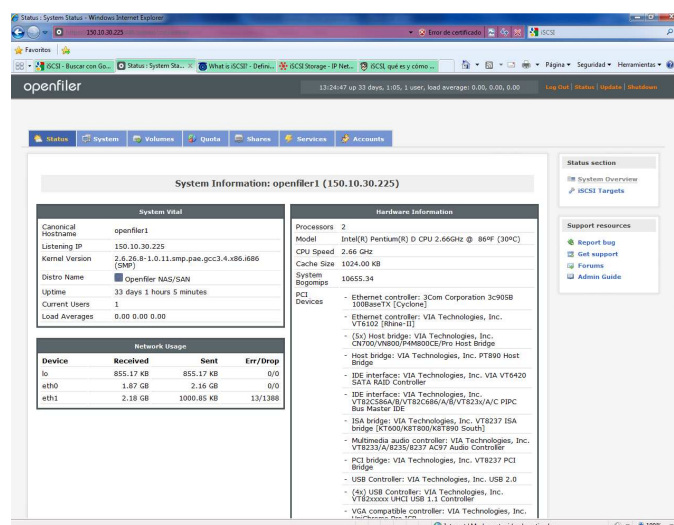


Figura 4.4. Cliente web OpenFiler

Por otro lado, incluso simultáneamente a la instalación de *OpenFiler*, se lanza el instalador de ESX para el que lo único que hay que tener claro es la configuración de red: IP y la puerta de enlace.

Sobre uno de los ESX se instala *Windows Server 2003*, que alojará *vCenter Server*. Éste se inicia como un servicio más de *Windows Server* y a partir de ahí, se puede acceder a él con *vSphere Client*. Ahora toda la gestión la realizaremos desde el *vCenter* al que se conectarán los ESX.

La idea es lograr que cada ESX ‘vea’ el iSCSI, activando el iniciador y a continuación configurando un puerto en cada ESX del tipo *VMkernel* que conduzca el tráfico iSCSI (Figura 4.6a). Luego se rastrea en busca de dispositivo de almacenamiento y si todo es correcto, las unidades iSCSI deben ser detectadas (Figura 4.6b). Desde este momento ya se puede comenzar a alojar máquinas en ellas.

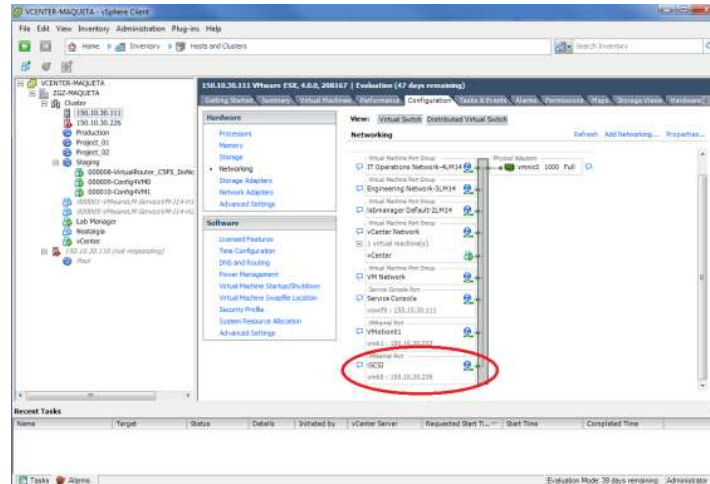


Figura 4.6a. vSwitch configurado para iSCSI

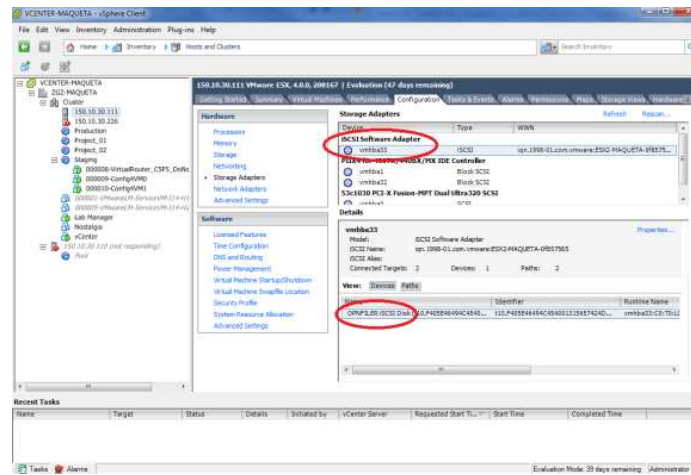


Figura 4.6b Iniciador iSCSI y cabina de disco visible desde ESX

Una vez los ESX comparten almacenamiento y red de acceso, se pueden definir dentro de un mismo *cluster* (Figura 4.7), lo que permitirá tareas como activar la alta disponibilidad. Si se activa DRS, que es el sistema de balanceo de carga de *VMware*, se nos permitirá también definir piscinas de recursos. Una piscina de recursos es una cantidad, acotada o ilimitada, de los recursos de las máquinas en un *cluster*, solo que es *vCenter* quien la administra de manera dinámica, utilizando en cada momento los recursos que sean más accesibles dentro del *cluster*. Cuando nosotros tomamos recursos de una piscina, por ejemplo, instalando una máquina virtual en ella, no sabemos de qué servidores del *cluster* está tomando *vCenter* los recursos y, de hecho, no tienen por qué ser los mismos cada vez que la ejecutamos. Este elemento es de especial interés en *Lab Manager*.

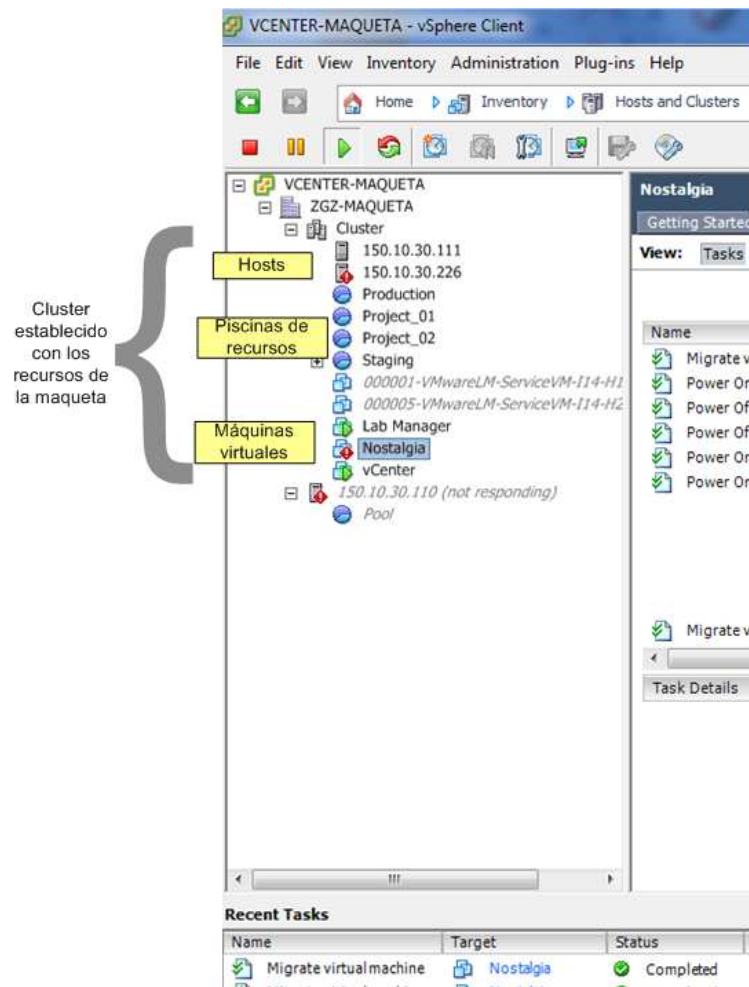


Figura 4.7. Detalle de cluster en vCenter

Creando una nueva máquina virtual con *Windows Server 2003*, se dispondrá de recursos para instalar *Lab Manager* (Figura 4.8). La configuración de *Lab Manager* incluye una IP para el acceso y recursos provenientes del vCenter incluidas piscinas de IPs si queremos desentendernos de posteriores asignaciones.

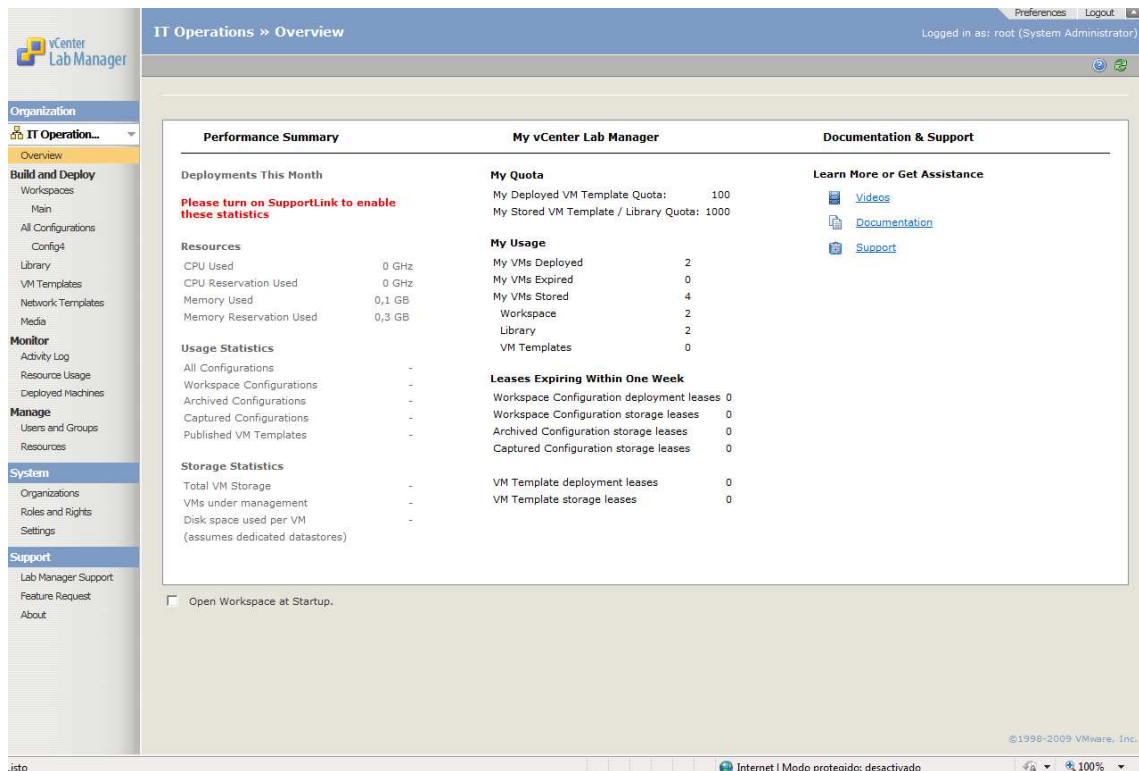


Figura 4.8. Pantalla principal Lab Manager

Con el uso de *Lab Manager* cobran importancia las *piscinas de recursos* anteriormente introducidas, pues los recursos que *vCenter* le entrega se realizarán a través de éstas. Configurando varias piscinas en *vCenter*, estarán disponibles para asignar a los entornos de *Lab Manager* (Figura 4.9).

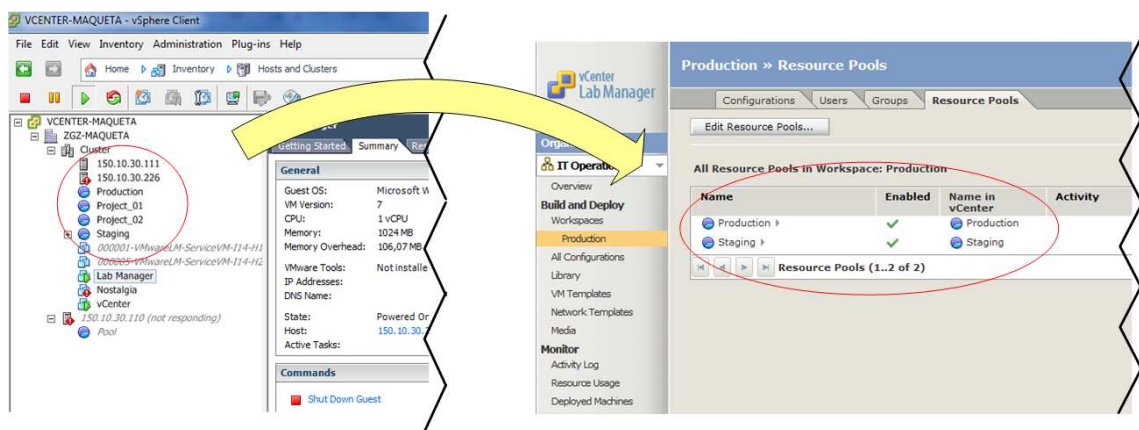


Figura 4.9. Asignación de piscinas de recursos de vCenter en Lab Manager

Capítulo 5

CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones finales

Analizando los objetivos propuestos al inicio del PFC y recogidos en el primer capítulo del presente documento, la consecución de las metas resulta gratificante corroborando que:

- Se ha alcanzado un extenso conocimiento de tecnologías web, y se ha recogido el mismo en un documento que resulta dinámico, fácil de consultar y útil como punto de partida de varias líneas de investigación, aparte de la desarrollada aquí.
- El concepto de *Cloud Computing* ha sido intensamente documentado. Se ha comprobado con satisfacción que es un modelo de computación adaptable a numerosos esquemas de trabajo y, partiendo del estudio realizado, podrán ser enunciadas diversas reinterpretaciones que se ajusten en cada momento al modelo de servicio que el interlocutor pretenda alcanzar.
- Se conocen más a fondo las propuestas de virtualización de tres grandes empresas de *software*. Se ha atesorado experiencia en la instalación y despliegue de una de ellas, obteniendo conocimientos extrapolables a todas.
- Se dispone de una apuesta firme con la que modernizar la infraestructura de la empresa, y ahora se sabe que incluso algunos de los elementos existentes pueden resultar de utilidad, y que todos los servicios pueden ser migrados de manera cómoda y sin perder funcionalidad.
- Se ha renovado el flujo de trabajo relacionado con el uso de la infraestructura, afianzando los protocolos que ya estaban en uso y reforzándolos con otros

propios de gestionar una infraestructura mucho más dinámica, fragmentada y distribuible.

- Se ha validado la utilidad de las comunicaciones existentes en el nuevo modelo, permitiendo independizar el despliegue de una hipotética renovación de las mismas y facilitando así la adopción del sistema que aquí se desarrolla.
- Se ha añadido a la empresa un área de conocimiento de aplicación real, actual, en línea con su filosofía de trabajo y susceptible de ser aplicada en la problemática común que presentan sus clientes.

Tampoco han faltado las dificultades, de las que siempre es más provechoso aprender algo. Abordar un paradigma emergente, como es el *Cloud Computing*, supone enfrentarse a un mercado falto de estándares, donde cada fabricante o empresa desarrolladora aplica sus propios criterios, que suele hacer las soluciones incompatibles entre sí. En ese aspecto, es una buena práctica establecer un criterio propio y tratar de acomodar las herramientas al tipo de servicio que pretendemos obtener. En un futuro, cuando las bases de la tecnología se encuentren más cimentadas, se dispondrá ya de conocimiento adquirido que nos permita ser más críticos.

Las exigencias de los *hipervisores* (de cualquiera de ellos) en cuanto a potencia, y su reducida lista de *hardware* compatible, dificultan el despliegue de un entorno de pruebas sin invertir en máquinas nuevas; dado que este tipo de entornos se utilizan precisamente para validar la viabilidad de una inversión, puede resultar contraproducente. Una alternativa es optar por instalar versiones anteriores del *software*, el problema es que la tecnología se encuentra en una fase temprana y, la mayoría de las veces, las características interesantes se encuentran disponibles únicamente en las últimas versiones.

El autor ha obtenido por su parte destrezas y aptitudes propias de un proyecto de innovación, y ha podido nutrirse de la interacción humana y material que envuelve el entorno de una empresa alineada con su preparación profesional.

Las dificultades y contratiempos experimentados, si bien no siempre se pueden obviar, se han mantenido dentro de los potencialmente posibles en un estudio de estas características y, a posteriori, son juzgados como una lección más que no hace sino enriquecer el trabajo llevado a cabo.

5.2. Diagrama de Gantt

Se presenta en la Figura 5.1 un diagrama con la distribución a lo largo del tiempo de las tareas que han integrado el presente proyecto. El periodo de trabajo se extiende desde el 15 de julio de 2009 al 30 de agosto de 2010.

Se refleja inicialmente el espacio de tiempo dedicado al estudio previo de tecnologías en la que se destacó el *Cloud Computing* como alternativa de interés. Éste tuvo una extensión de cuatro meses, dedicando tres de ellos a la documentación y el último a la síntesis de resultados y transmisión de los mismos al cuerpo técnico de la empresa para su validación.

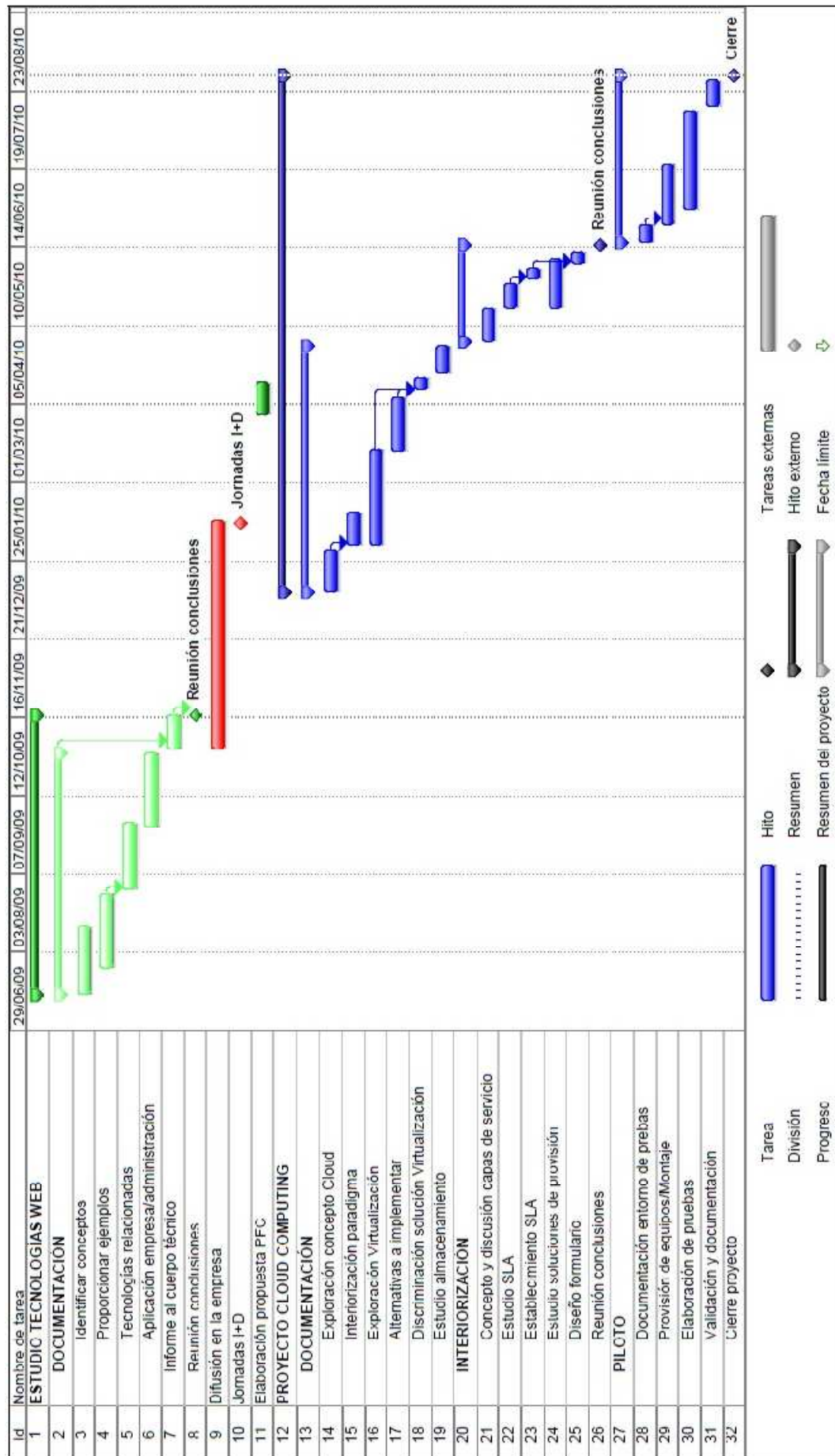


Figura 5.1. Diagrama de Gantt

Le siguió un periodo de alrededor de tres meses en el que se persiguió madurar la idea y demostrar su utilidad a lo largo de las sedes, y que concluyó con unas jornadas de difusión interna en las que se presentó el proyecto de Cloud Computing que se pretendía abordar.

El trabajo sobre el proyecto arrancó en febrero de 2010, con una intensa labor de documentación para asimilar conocimientos sobre Cloud Computing primero y Virtualización y Almacenamiento después. Con esto, ya estábamos preparados para realizar un esfuerzo de interiorización en el que diseñáramos una solución válida para la empresa partiendo de los conceptos genéricos aprendidos. Los resultados se validaron a mediados de junio y a partir de ello se trabajó en una prueba piloto con la que poder ilustrar que la propuesta era viable y ventajosa en los términos que se habían expuesto.

5.3. Líneas futuras

Al tratar con tecnologías cuya trayectoria en el mercado aún es reducida, una continua formación y atención a las mejores prácticas es necesaria, si no queremos que el ciclo de vida de la solución adoptada se vea reducido drásticamente. No obstante, a continuación se detallarán los temas más interesantes que se han ido detectando a lo largo del proyecto, y que pueden resultar más interesantes en un corto espacio de tiempo.

Una primera línea para continuar es, sin lugar a dudas, realizar el trabajo de implantación, con dimensionado real y aplicaciones concretas. Este supondría el descubrimiento de necesidades que sólo pueden ser descubiertas “sobre el metal”.

En consonancia con la primera, y una vez asimilada la experiencia de contar con una *Cloud* operativa, se deberían explorar las posibilidades de otros interfaces de gestión (SDKs, *Orchestrator*...) especialmente con la vista puesta en lograr un sistema de autoservicio que minimice la necesidad de intervención humana en la provisión de servicio, y acote las tareas del administrador en los ámbitos de gestión y monitorización.

Otra línea de trabajo interesante es investigar a fondo la propiedad de ubicuidad. Lograr que sea una *Cloud* completa desde el escritorio hasta el último de los servicios, independizando el acceso al entorno de trabajo de la presencia en la oficina. Implementación de VDI (*Virtual Desktop Interface*) que haga posible que allí donde estés (usuario y contraseña) puedas tener acceso a tu *desktop* y a tus recursos. Esta temática entraría en campo común con tecnologías vistas en el estudio previo, como *Comunicaciones Unificadas* y *Movilidad*.

Bibliografía

- [i] <http://aws.amazon.com/>
- [ii] <http://www.salesforce.com>
- [iii] <http://www.vmware.com>
- [iv] <http://www.microsoft.com/virtualization/en/us/default.aspx>
- [v] http://blogs.sun.com/WebScale/entry/mysql_in_the_cloud
- [vi] <http://csrc.nist.gov>
- [vii] <http://www.ieee.org>
- [viii] <http://www.cloudsecurityalliance.org>
- [ix] <http://www.linkedin.com/>
- [x] <http://www.josemariagonzalez.es>
- [xi] Li, Charlene; Bernoff, Josh. Groundswell: Winning in a World Transformed by Social Technologies.
- [xii] CSA. Guía para la Seguridad en áreas críticas de atención en Cloud Computing. Cloud Security Alliance; 2009.
http://www.ismsforum.es/img/a25/na235_GUIA_CSA_PARA_LA_SEGURIDAD_EN_AREAS_CRITICAS_DE_ATENCION_EN_CLOUD_COMPUTING_V2.pdf
- [xiii] <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloud-computing/>
- [xiv] CCUCDG. Cloud Computing Use Cases.
http://www.opencloudmanifesto.org/Cloud_Computing_Use_Cases_Whitepaper-2_0.pdf
- [xv] Bittman, Thomas J. Server virtualization: One path that leads to Cloud Computing. Gartner; octubre 2009.
<http://www.vmware.com/files/pdf/analysts/Gartner-server-virtualization-leads-to-cloud-computing.pdf>
- [xvi] Cerrudo, Walter. Particiones lógicas y físicas en mainframes.
<http://doble.files.wordpress.com/2009/05/mainframes.pdf>

- [xvii] Sun Microsystems. Take your business to a higher level. Sun Microsystems; 2009.
http://www.ania.it/opencms/openmcs/export/sites/default/documenti/55d915d2-93d9-11de-a3d1-f3c446ddba06___cloud_computing_primer.pdf
- [xviii] Anónimo. A storage architecture guide. Auspex Systems; 2001.
<http://www.storagesearch.com/auspexart.html>
- [xix] VMware. iSCSI SAN configuration guide. Palo Alto, California; 2009.
- [xx] *<http://www.vmware.com/products/vcenter-server/>*
- [xxi] VMware; CISCo Systems. VMware infrastructure 3 in a Cisco network environment. Americas Headquarters; 2008.
http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/netsol/ns304/c649/ccmigration_09186a00807a15d0.pdf
- [xxii] *<http://www.opennebula.org>*
- [xxiii] *<http://www.hypervizor.com>*
- [xxiv] *<http://www.techhead.co.uk/how-to-configure-openfiler-v23-iscsi-storage-for-use-with-vmware-esx>*